MÉMOIRES

DE

L'INSTITUT NATIONAL

DES SCIENCES ET ARTS.

SCIENCES MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES.

MÉMOIRES

DE

L'INSTITUT NATIONAL

DES SCIENCES ET ARTS.

SCIENCES MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES.

TOME SECOND.



PARIS,

BAUDOUIN, IMPRIMEUR DE L'INSTITUT NATIONAL.

FRUCTIDOR AN VII.

TABLE

DES

ARTICLES CONTENUS DANS CE VOLUME.

HISTOIRE.

MÉMOIRES.

HISTOIRE

DE LA CLASSE

DES SCIENCES

MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES.

ASTRONOMIE.

L'ASTRONOMIE vient de faire une acquisition importante : le citoyen Caussin, professeur de langue arabe au collége national de France, lui a donné la traduction d'un fragment d'Ibn-Junis, qui étoit depuis longtemps desirée. Golius, à qui l'on doit le manuscrit, en avoit détaché trois éclipses, qui ont servi à plusieurs astronomes pour démontrer l'accélération du mouvement moyen de la Lune. Ce résultat singulier a donné une grande importance à ces trois éclipses ; mais on doutoit si elles étoient véritablement des observations, ou simplement des calculs faits sur des tables imparfaites. La cause en ayant été depuis heureusement expliquée par le citoyen Laplace, la conviction avoit détruit tous les doutes. Il étoit pourtant très-curieux d'avoir la preuve évidente que ces éclipses avoient été

réellement observées. C'est un service essentiel que le citoyen Caussin vient de rendre à l'astronomie. Vingt-cinq autres éclipses viennent à l'appui de celles qui étoient déja connues, et l'accélération du mouvement de la Lune est un de ces faits remarquables qui servent à prouver l'accord étonnant de l'observation et de la théorie. Ce n'est pas tout encore : la comparaison des observations les plus modernes avec celles du milieu de ce siècle et des siècles précédens, avoit déja confirmé un autre résultat aussi intéressant de la théorie du citoyen Laplace, c'est-à-dire, l'inégalité séculaire de l'apogée et du nœud de la Lune. Ces nouvelles équations, qui vont donner un nouveau degré de précision à nos tables, ne paroissent devoir être complétement développées que dans les siècles à venir. Le citoyen Caussin, en nous communiquant des observations fort anciennes qui confirment aussi la nouvelle découverte, nous fait en quelque manière devancer les temps, et il ajoute à la confiance avec laquelle les astronomes vont adopter ces corrections importantes.

Le citoyen Bouvard, astronome, avec qui le citoyen Caussin s'étoit concerté pour l'explication de quelques endroits très-épineux du manuscrit arabe, a senti d'abord tout le parti qu'on pouvoit tirer de ces éclipses. Il les a toutes soumises au calcul, ainsi que celles qui nous ont été conservées par Ptolémée, et toutes celles qui ont été observées à la renaissance de l'astronomie en Europe. De ces calculs il a déduit la quantité des trois équations des mouvemens de la Lune, et il a eu la

satisfaction de voir que les résultats s'accordoient singulièrement avec ceux qu'il avoit déja tirés des observations de Flamsteed comparées à celles de Maskelyne.

Chacune de ces éclipses a fourni au citoyen Bouvard une équation de condition dont les indéterminées étoient la correction à faire au mouvement séculaire synodique, et celle de l'anomalie moyenne des tables insérées dans la troisième édition de l'*Astronomie* de Lalande.

Les éclipses de Ptolémée ont
donné . . . . — 9″62 pour la première, et 8′ 49″4 pour l'autre.
Les éclipses arabes, ... —18″01 . . . . 8′ 14″4
Et l'ensemble des 53 éclipses, —12″70 . . . . 8′ 43″6

Avec ces corrections, la somme des erreurs, qui étoit de 468′, se réduit à 393′. Les observations ne sont pas assez exactes pour que l'on puisse espérer mieux.

Par une méthode semblable, et en employant les éclipses dans lesquelles on a observé la plus grande phase, le citoyen Bouvard a trouvé 2′ 50″ pour la correction du nœud, la même que le citoyen Laplace a déterminée en comparant les tables de Ptolémée à celles d'Albategnius.

On sait que les astronomes fixent les époques de leurs tables d'après l'ensemble des observations les plus voisines de ces époques : ainsi, en comparant les époques de tables construites à de grands intervalles, on peut tirer de cette comparaison les mêmes résultats qu'on obtiendroit des observations mêmes si elles étoient connues ; et quand elles manquent, c'est assurément ce qu'on peut faire de mieux, sauf à discuter ensuite les

observations mêmes, si on vient à les retrouver. C'est ce qu'a fait le citoyen Bouvard, et le succès qu'il a obtenu prouve, d'une part, l'utilité de la méthode, et, de l'autre, l'exactitude avec laquelle Ptolémée et Albategnius avoient discuté ces observations.

Pour soumettre les trois équations ci-dessus déterminées à une nouvelle épreuve, le citoyen Bouvard a rassemblé soixante éclipses plus modernes observées par Waltherus, Purbach, Regiomontanus, Copernic, Cornelius Gemma, Tycho, Kepler, etc. : elles ont donné —12″21 de correction pour le mouvement synodique, et 8′ 34″5 pour l'anomalie moyenne; quantités qui s'accordent singulièrement avec les précédentes.

L'équation XI des tables lunaires de Mayer, corrigées par Mason, a pour coefficient 17″1. Le citoyen Laplace a trouvé qu'il falloit le réduire à 11″1. Avec cette correction, soixante-quatre observations de Flamsteed vers 1691, et cent cinquante-six de Maskelyne vers 1789, donnent pour la correction séculaire 8′ 39″.

On voit avec quelle précision toutes ces diverses comparaisons nous ramènent au même résultat. Il prouve encore que la diminution de l'obliquité de l'écliptique, de 50″ par siècle, supposée dans cette théorie, s'écarte peu de la vérité, et que par conséquent on connoît assez bien les masses de Mars et de Vénus.

La correction de la longitude moyenne de la Lune est maintenant de 19 à 20″. L'erreur des tables, dans l'apogée, est de 45″ : elle seroit de 90″ dans cinquante ans; mais, en faisant usage des nouvelles équations,

elle ne va jamais à 30″ dans les cas les plus défavorables, et elle est ordinairement d'un petit nombre de secondes.

Le manuscrit d'Ibn-Junis renferme encore huit équinoxes et un solstice observés par les Arabes, avec un nombre considérable d'occultations et de conjonctions de planètes. Le citoyen Bouvard a comparé les équinoxes aux tables; et ses observations paroissent si précises, que le mouvement séculaire du Soleil, qu'il en a déduit, donne à très-peu près la même quantité que les meilleures tables modernes.

Les conjonctions des planètes, observées avec un instrument dont l'exactitude est fort vantée par les astronomes qui l'ont employé, donneront encore des vérifications intéressantes pour les moyens mouvemens de ces planètes : on y remarquera principalement une conjonction de Jupiter et de Saturne. Ce qui rend cette dernière plus précieuse que les autres, c'est que la grande inégalité de ces deux planètes, qui étoit à son *minimum* au temps de Tycho et de la renaissance de l'astronomie, étoit assez considérable et de signe contraire au temps d'Ibn-Junis, et qu'elle va paroître ainsi dans un nouveau jour qui peut-être la fera encore mieux connoître.

Cet exposé suffit pour faire sentir l'importance du manuscrit traduit par le citoyen Caussin, et du travail du citoyen Bouvard sur les observations que ce manuscrit renferme. Il nous reste à donner ici les vingt-huit éclipses, les observations d'équinoxes, le solstice, et

l'obliquité de l'écliptique, ainsi que les élémens des tables du Soleil et de la Lune de cet auteur, qui n'ont point encore été publiées.

Éclipses observées par les Arabes, qu'on trouve dans le manuscrit d'Ibn-Junis.

829. Éclipse de Soleil, observée à Bagdad le 30 novembre de l'an 829. La fin de cette éclipse, 3 heures inégales après le lever du Soleil, ou à $21^h\ 26'\ 8''$.

854. Éclipse de Lune, observée à Bagdad le 16 février 854. Le commencement a été observé à $10^h\ 3'$ d'heures égales, ou à $9^h\ 21'\ 41''$.

854. Éclipse de Lune, observée à Bagdad le 11 août 854. Hauteur d'Aldébaran, $45^o\ 30'$ à l'orient, au commencement de l'éclipse : donc commencement à $16^h\ 49'\ 58''$.

856. Éclipse de Lune, observée à Bagdad le 22 juin 856. Au commencement Aldébaran étoit élevé de $9^o\ 30'$ à l'orient. Cette hauteur donne le commencement à $15^h\ 21'\ 27''$.

866. Éclipse de Soleil, observée à Bagdad le 16 juin 866. Le commencement fut observé à $6^h\ 23'$, et la fin à $8^h\ 12'$ d'heures inégales. Le commencement à $0^h\ 27'\ 6''$, la fin à $2^h\ 34'\ 22''$. La grandeur de l'éclipse fut observée entre 7 et 8 doigts.

923. Éclipse de Lune, observée à Bagdad le premier juin 923. La fin, 3 heures égales après le coucher du

Soleil. Hauteur d'α Cygne, 29° 30′ à l'orient. Cette hauteur donne la fin à 9^h 56′ 53″.

923. Éclipse de Soleil, observée à Bagdad le 11 novembre 923. Hauteur du Soleil au moment de la plus grande phase, 8°; hauteur à la fin de l'éclipse, 20° à l'orient. La fin de cette éclipse, selon les Arabes, à 2^h 12′ d'heures inégales après le lever du Soleil. La plus grande phase, de 9 doigts. La hauteur du Soleil donne la fin de l'éclipse à 8^h 43′ 53″.

925. Éclipse de Lune, observée à Bagdad le 11 avril 925. Le commencement fut observé à 55′ d'heures inégales après le coucher du Soleil; la fin, à 4^h 56′ d'heures inégales. Hauteur d'α Lyre, 24° à la fin de l'éclipse : donc fin de l'éclipse à 10^h 47′ 31″.

927. Éclipse de Lune, observée à Bagdad le 14 septembre 927. Hauteur de Sirius, 31° à l'orient au commencement de l'éclipse. Cette hauteur de Sirius donne le commencement à 15^h 57′ 50″.

928. Éclipse de Soleil, observée à Bagdad le 17 août 928. Hauteur du Soleil à la fin de l'éclipse, 11° 54′ à l'orient. La partie éclipsée fut de 3 doigts : d'où l'on a conclu la fin à 18^h 28′ 0″.

929. Éclipse de Lune, observée au Caire le 27 janvier 929. Hauteur d'Arcturus, 18° à l'orient au commencement de l'éclipse. Ce commencement est arrivé, selon les Arabes, à 5 heures inégales après le coucher du Soleil. La hauteur d'Arcturus donne le commencement à 10^h 53′ 40″.

933. Éclipse de Lune, observée à Bagdad le 5 novembre 933. Le commencement arriva lorsqu'Arcturus avoit 15° de hauteur à l'orient : donc commencement à $16^h\ 36'\ 0''$.

977. Éclipse de Soleil, observée au Caire le 12 décembre 977. Hauteur du Soleil au commencement, 15° 45', et à la fin, 33° 30' : d'où l'on a conclu le commencement à $20^h\ 24'\ 24''$, et la fin à $22^h\ 43'\ 4''$. Grandeur de l'éclipse, 8 doigts.

978. Éclipse de Soleil, observée au Caire le 8 juin 978. Hauteur du Soleil au commencement, 56°, et à la fin, 26°. Commencement à $2^h\ 31'\ 0''$, et la fin à $4^h\ 50'\ 0''$. Grandeur de l'éclipse, 7 doigts 30'.

979. Éclipse de Lune, observée au Caire le 14 mai 979. La fin fut observée $1^h\ 12'$ après le coucher du Soleil, ou à $8^h\ 2'\ 36''$. La plus grande phase, de 8 doigts.

979. Éclipse de Soleil, observée au Caire le 28 mai 979. Au commencement de l'éclipse le Soleil avoit 6° 30' de hauteur vers l'occident. Plus grande phase, 5 doigts 30' : d'où l'on a conclu le commencement à $6^h\ 22'\ 33''$.

979. Éclipse de Lune, observée au Caire le 6 novembre 979. Hauteur de la Lune au commencement de l'éclipse, 64° 30' à l'orient, et 65° à l'occident à la fin. Commencement à $10^h\ 23'\ 25''$, et la fin à $13^h\ 37'\ 28''$. Grandeur de la partie éclipsée, 10 doigts 56'.

980. Éclipse totale de Lune, observée au Caire le 3 mai

980. La fin fut observée 36′ avant le lever du Soleil, ou à $16^h 36' 0''$.
981. Éclipse de Lune, observée au Caire le 21 avril 981. Hauteur de la Lune au commencement de l'éclipse, 21° à l'occident. La fin, 15′ avant le lever du Soleil : d'où l'on a conclu le commencement à $15^h 36' 35''$, et la fin à $17^h 9' 30''$.
981. Éclipse de Lune, observée au Caire le 15 octobre 981. Au commencement de l'éclipse, la Lune avoit 24° de hauteur à l'occident : donc commencement à $16^h 27' 8''$. Grandeur, 5 doigts.
983. Éclipse totale de Lune, observée au Caire le premier mars 983. Hauteur de la Lune au commencement, 66° ; à la fin, 35° 50′ : d'où l'on a conclu le commencement à $11^h 47' 21''$, et la fin à $15^h 31' 35''$.
985. Éclipse de Soleil, observée au Caire le 20 juillet 985. Hauteur du Soleil au commencement, 23° à l'occident ; à la fin 6° : donc commencement à $4^h 57' 37''$, fin à $6^h 19' 12''$. Plus grande phase, 3 doigts.
986. Éclipse de Lune, observée au Caire le 18 décembre 986. Hauteur de la Lune au commencement, 24° à l'occident ; hauteur au moment de la plus grande phase, 5° 30′. Commencement à $16^h 56' 36''$, milieu à $18^h 33' 40''$.
990. Éclipse de Lune, observée au Caire le 12 avril 990. La Lune avoit 38° de hauteur au commencement ; la fin fut observée au lever du premier degré du

Verseau : d'où l'on a conclu le commencement à $9^h\ 48'\ 12''$, et la fin à $13^h\ 10'\ 40''$. Plus grande phase, 7 doigts 30'.

993. Éclipse de Soleil, observée au Caire le 19 août 993. Le Soleil avoit au commencement 27° de hauteur à l'orient : donc commencement à $19^h\ 41'\ 10''$. Partie éclipsée, 4 doigts.

1001. Éclipse de Lune, observée au Caire le 5 septembre 1001. La fin arriva à 2 heures inégales après le coucher du Soleil, ou à $8^h\ 9'\ 40''$.

1002. Éclipse de Lune, observée au Caire le premier mars 1002. Hauteur d'Arcturus au commencement, 52° à l'orient. Cette hauteur donne le commencement à $11^h\ 29'\ 6''$.

1004. Éclipse de Soleil, observée au Caire le 24 janvier 1004. Le Soleil avoit 18° 30' de hauteur au commencement de l'éclipse. Hauteur au moment de la plus grande phase, 5° 30' : donc commencement à $3^h\ 40'\ 24''$.

Équinoxes.

830. ÉQUINOXE d'automne, observé à Damas le 19 septembre 830, à midi 8'. Ce même équinoxe fut observé à Bagdad à 1^h du soir.

831. Équinoxe du printemps, observé à Bagdad le 17 mars 831, à 14^h.

831. Équinoxe d'automne, observé à Bagdad le 19 septembre 831, à 7^h du soir.

832. Équinoxe du printemps, observé à Bagdad le 15 mars 832, à 20^h.

832. Équinoxe d'automne, observé à Damas le 18 septembre 832, à 11^h 18′ du soir.

844. Équinoxe d'automne, observé à Bagdad le 18 septembre 844, à 9^h 22′ du soir.

851. Équinoxe d'automne, observé à Nisabourg en Perse, le 18 septembre 851, à midi juste.

Solstice.

832. Solstice d'été, observé à Bagdad le 17 juin 832, à 12 heures précises.

Toutes ces observations sont, en temps vrai, rapportées au méridien où elles ont été observées.

Élémens des tables du Soleil et de la Lune.

Les tables du Soleil et de la Lune, construites par Ibn-Junis, sont en partie à la bibliothèque de France. On peut fixer à l'an 1000 l'époque de leur formation, et elles donnent pour le 30 novembre de l'an 1000, temps moyen au Caire :

Longitude moyenne du Soleil, . .	$8^s\ 14^o\ 45'\ 56''$.
Longitude de son apogée, ...	2 26 7 12.
Longitude moyenne de la Lune, . .	9 0 41 12.
Anomalie moyenne, ...	11 9 51 21.

Mouvement en cent années juliennes, du Soleil, $0^s\ 0^o\ 45'\ 15''$; de la Lune, $10^s\ 7^o\ 47'\ 59''$. Le mouvement de

l'anomalie est le même que celui de Ptolémée. La plus grande équation du centre du Soleil est de 2° 0′ 30″; et le mouvement de l'apogée est de 51″23 dans une année de 365 jours.

Obliquité de l'Écliptique.

L'OBLIQUITÉ de l'écliptique a été observée par les fils de Mousa, à Damas, l'an 868, de 23° 35′.

ANALYSE.

RAPPORT

SUR DEUX MÉMOIRES D'ANALYSE DU PROFESSEUR BURMANN.

Vous avez chargé le citoyen Lagrange et moi de vous rendre compte de deux mémoires d'analyse qui vous ont été adressés à différentes époques par M. Burmann, professeur de commerce à Manheim. Ces deux mémoires nous ont paru intéressans sous plusieurs rapports ; mais comme le dernier est, au jugement même de l'auteur, celui qui contient les résultats les plus remarquables, nous nous bornerons à vous rendre compte de celui-ci.

Ce mémoire, ainsi que le titre l'annonce, contient différentes formules relatives au développement des fonctions et au retour des suites. Le premier problême que l'auteur se propose est de développer la quantité X, fonction de x, suivant les puissances de la quantité ξ, autre fonction donnée de x. Pour cela, ayant supposé $X = T^0 + T^1 \frac{\xi}{1} + T^2 \frac{\xi^2}{1.2} + T^3 \frac{\xi^3}{1.2.3} +$, etc., il trouve le coefficient général $T^n = \frac{d^n X}{d\xi^n}$, où l'on doit faire $\xi = 0$ après les différentiations.

Cette formule ne diffère pas essentiellement de celle de Taylor ; mais elle est envisagée sous un point de vue plus général, puisqu'elle sert à développer X ou φx, non pas seulement suivant les puissances de x, mais suivant les puissances de ξ, fonction quelconque de x.

Par suite de ce premier problème, qui s'étend à toutes sortes de développemens, M. Burmann cherche à simplifier par des transformations convenables la détermination du coefficient général $\frac{d^n X}{d\xi^n}$; il établit pour cet effet différentes propositions subsidiaires, et enfin il parvient à cette formule générale,

$$\frac{d^n X}{d\xi^n} = \frac{d^{n-1}\left(\frac{z}{\xi}\right)^n \frac{dx}{dz}}{dz^{n-1}},$$

dans laquelle la variable z est une fonction quelconque de ξ telle qu'on ait à la fois $\xi = 0$, $z = 0$, et $\frac{z}{\xi} =$ à une quantité finie, et où il faut d'ailleurs, après les différentiations, faire ξ et z égales à zéro.

Cette formule étant très-générale et susceptible d'un grand nombre d'applications utiles dans la théorie des fonctions, nous avons cherché si elle ne s'étoit pas présentée déja aux regards des analystes : nous avons bientôt reconnu qu'elle ne différoit pas essentiellement du théorême donné par Lagrange dans les *Mémoires de Berlin*, année 1769. Nous avons trouvé également qu'elle pouvoit se déduire très-aisément d'un théorême que le

citoyen Laplace a donné sans démonstration dans les *Mémoires de l'Académie des sciences*, année 1777. Il résulte de là que la formule de M. Burmann ne peut pas être regardée comme une découverte nouvelle en analyse; mais on ne sauroit refuser à l'auteur la justice de reconnoître qu'il est parvenu à ce théorême par ses propres recherches, et qu'il en a donné une démonstration nouvelle et ingénieuse.

M. Burmann, après avoir établi les deux propositions dont nous venons de parler, en donne diverses applications relatives à son objet; et d'abord, faisant

$$X = \varphi x, \xi = \psi x - \psi t,$$

il trouve la formule

$$\varphi x = \varphi t + T^1 . \frac{(\psi x - \psi t)}{1} + T^2 . \frac{(\psi x - \psi t)^2}{1.2}$$
$$+ T^3 . \frac{(\psi x - \psi t)^3}{1.2.3} +, \text{ etc.},$$

dans laquelle le coefficient général

$$T^n = \frac{d^{n-1}}{dx^{n-1}} \left[\left(\frac{x-t}{\psi x - \psi t} \right)^n \frac{d \varphi x}{dx} \right],$$

en faisant, après les différentiations, $x = t$.

Cette formule, encore fort analogue à celle de Taylor, mais d'une forme plus générale, puisqu'elle renferme la fonction arbitraire ψx, fournit la solution de deux problêmes principaux.

1°. Si l'on fait $\psi t = 0$, la formule précédente donnera la valeur de φx, développée suivant les puissances d'une autre fonction ψx. C'est le problême général du développement des fonctions, lequel est susceptible

d'autant de solutions que l'équation $\psi\, t = 0$ a de racines différentes.

2°. Si l'on fait $\psi\, x = 0$, la même formule donnera la valeur de $\varphi\, x$, développée suivant les puissances de $\psi\, t$, t étant une arbitraire qui rendra la série d'autant plus convergente qu'on aura pris t plus approchée de la valeur de x. Ce second problême renferme d'une manière générale la résolution des équations et le retour des suites. Le résultat s'accorde avec ceux qu'on tire de la plupart des méthodes d'approximation; mais la forme sous laquelle M. Burmann présente le coefficient général, a des avantages particuliers qui deviennent sensibles dans plusieurs exemples.

M. Burmann termine son mémoire en donnant une formule générale pour avoir l'intégrale aux différences finies $\Sigma^s y\, \Delta\, x^s$. L'application qu'il en fait au cas où y seroit une puissance de x ou un polynome en x, conduit à ce résultat élégant :

$$\Sigma^s y\, \Delta\, x^s = \left(\frac{y}{s} - \frac{(x+\Delta x)}{1.\, s+1} \cdot \frac{\Delta y}{\Delta x} + \frac{(x+\Delta x).(x+2\Delta x)}{1.\, 2.\, s+2} \cdot \frac{\Delta^2 y}{\Delta x^2} - \frac{(x+\Delta x).(x+2\Delta x).(x+3\Delta x)}{1.\, 2.\, 3.\, s+3} \cdot \frac{\Delta^3 y}{\Delta x^3} +, \text{etc.}\right) s\, \Sigma^s\, \Delta\, x^s,$$

où l'on a

$$s\, \Sigma^s\, \Delta\, x^s = \frac{x.\, (x-\Delta x).(x-2\Delta x) \ldots (x-\overline{s-1})\, \Delta x}{1.\, 2.\, 3 \ldots s-1}.$$

Cette formule n'étoit point encore connue des analystes ; elle a l'avantage de donner par une loi très-simple la valeur développée de l'intégrale $\Sigma\, x^m$, au moins en

supposant qu'on connoisse les différences successives de la puissance x^m.

Telles sont les principales formules contenues dans le mémoire de M. Burmann. Elles nous ont paru entièrement nouvelles, ou présentées sous une forme nouvelle. Nous pensons en conséquence que ce mémoire mérite d'être approuvé par l'Institut national, et imprimé dans le recueil des *Savans étrangers*. Nous proposons en outre à la classe d'arrêter que le présent rapport sera imprimé dans le recueil de ses Mémoires, avec la démonstration que M. Burmann a donnée de la formule principale, laquelle ne peut manquer d'intéresser les analystes.

Fait à l'Institut national, le 6 nivose an 7.

Signé, Lagrange, Legendre.

PHYSIQUE.

RAPPORT

Sur le projet d'un thermomètre métallique présenté par le citoyen Regnier.

Nous avons examiné le projet d'un thermomètre métallique destiné à l'usage public, et présenté par le citoyen Regnier, inspecteur des armes portatives de la République.

Le thermomètre métallique n'est pas une invention nouvelle; on en a déja fait de cette espèce: mais les moyens employés par le citoyen Regnier sont nouveaux et produisent un effet beaucoup plus grand.

On sait par expérience qu'une lame de cuivre jaune ne s'alonge, par un degré de température de plus, que de $\frac{1}{43000}$ de sa longueur; quantité excessivement petite, et qui, pour devenir sensible, exige un mécanisme très-compliqué. Une lame de cuivre jaune, telle que le citoyen Regnier se propose de l'employer, et qui aura pour longueur une toise ou un double mètre, ne s'alongera donc, par un degré de température de plus, que d'environ $\frac{2}{100}$ de ligne, ou de $\frac{45}{1000}$ de millimètre.

Mais le moyen qu'emploie le citoyen Regnier rend

cet alongement beaucoup plus sensible. Il a remarqué qu'une règle de 974 millimètres de long, posée à plat sur une table, et soulevée par son milieu de manière à lui donner une courbure qui ait 27 millimètres de flèche ; il a remarqué que cette opération n'a fait éprouver à la règle qu'un raccourcissement de 2.26 millimètres. En plaçant son mécanisme à cette courbure il a donc un effet douze fois aussi sensible que si le mécanisme étoit placé à l'extrémité de la règle. Voyons maintenant jusqu'où va le degré de sensibilité qu'obtient par là le citoyen Regnier.

Il compte donner à son thermomètre 60 degrés de marche, 40 au-dessus du terme de la glace, et 20 au-dessous, afin d'en avoir plus qu'il n'en faut pour se prêter à toutes les variations de température de l'atmosphère. Or, d'après ce que nous avons dit ci-dessus, une lame de cuivre jaune d'un double mètre de longueur s'alongeroit, par 60 degrés de température, de plus de 2.7 millimètres, puisque la courbure de la lame donne environ douze fois autant de jeu qu'en donne son alongement : donc si, pour 60 degrés, elle s'alongeoit de 2.7 millimètres, la courbure donneroit un jeu de 32.5 millimètres.

Mais le citoyen Regnier, au lieu d'une seule lame de cuivre, en emploie deux, dont les courbures se font en sens opposé, et se présentent l'une à l'autre par leur concavité. L'une porte un pignon sur l'axe duquel est portée l'aiguille qui marque les degrés, et l'autre porte un râteau qui engrène les ailes du pignon, et qui, en

avançant ou reculant, le fait tourner, et l'aiguille avec lui. On voit bien que ce moyen donnera un jeu double, puisque, lorsque les deux lames se courberont de plus en plus, le râteau et le pignon reculeront tous deux à la fois, et, lorsqu'elles se redresseront, le râteau et le pignon avanceront l'un sur l'autre ; ce qui donnera, pour 60 degrés, 65 millimètres.

Mais il faut retrancher de ce jeu celui que peut donner, par son alongement ou son raccourcissement, le fer dont est formé le châssis dans lequel sont fixées les deux lames de cuivre. Ce jeu du fer est à peu près les trois cinquièmes de la totalité. Il restera donc, pour le jeu réel de l'instrument, environ 26 millimètres.

Tout le mécanisme de cet instrument se réduit donc à fixer dans un châssis de fer, ou de toute autre substance qui, par le même degré de chaleur, s'alonge sensiblement moins que le cuivre ; à y fixer deux lames de cuivre jaune à quelque distance l'une de l'autre, et déja assez courbées pour que l'effet de leur raccourcissement, causé par le froid, ne puisse pas les redresser entièrement. L'excès de leur alongement ou de leur raccourcissement sur ceux du fer se porte en entier dans la courbure, puisqu'elles ne peuvent pas, dans leur longueur, s'alonger ou se raccourcir plus que le châssis.

Le citoyen Regnier se propose de donner 649 millimètres de rayon à l'aiguille de son thermomètre destiné à l'usage public. Elle parcourra donc un cercle de 1 mètre 299 millimètres de diamètre. Si l'on donne huit ailes au pignon, et que huit dents du râteau occupent

l'espace de 27 millimètres, la proportion sera telle, que les 60 degrés, pour lesquels il n'y a que 26 millimètres de jeu, ne feront pas faire à l'aiguille tout-à-fait le tour du cadran, qui aura 1 mètre 299 millimètres de diamètre. La circonférence de ce cadran sera de près de 4 mètres 85 millimètres : chaque degré pourra donc avoir environ 675 millimètres d'étendue; étendue assez grande pour qu'on puisse l'appercevoir aisément, même de loin.

Le citoyen Regnier a déjà exécuté en petit des thermomètres de cette espèce, qui réussissent très-bien, et qui sont d'une grande sensibilité. Ainsi il n'est pas douteux qu'en grand ils réussiront de même.

L'auteur se propose, au lieu de faire le châssis de fer, de le faire de pierre ou de marbre : il ne seroit pas si sujet à se détériorer, et il pourroit produire encore un plus grand effet, parce que ces pierres s'alongent moins que le fer par le même degré de chaleur; et, pour prévenir l'oxidation du râteau et du pignon, le citoyen Regnier se propose de les faire en cuivre doré ou en platine, et de faire mouvoir les pivots du pignon dans des trous percés dans l'agate.

Ces thermomètres en petit sont d'un facile transport. On peut placer leurs cadrans horizontalement : alors ils ressemblent à des boussoles ou à des graphomètres, et sont aussi transportables. On pourroit s'en servir avantageusement dans les voyages vers les poles, où les liqueurs des thermomètres d'usage pourroient courir risque de se geler.

En rendant leurs cadrans verticaux, on pourroit leur

donner la forme des baromètres à cadran, auxquels ils pourroient servir de pendans dans un appartement.

A l'égard de la méridienne à sonnerie ou à canon, ce n'est pas une chose nouvelle, et l'auteur n'y met aucune prétention; mais ce seroit un ornement de plus, et qui pourroit avoir son utilité. Il met au foyer de sa lentille un crin noir, qu'il a éprouvé se brûler et se rompre plus aisément que la poudre ne s'enflamme, par un soleil moins vif et devant lequel passeroient quelques légers nuages. Le crin rompu fait lâcher une détente qui permet au timbre de sonner, ou qui fait tomber une pierre sur une platine de fusil dont le feu fait prendre l'amorce.

D'après ce que nous venons de dire, nous concluons que le thermomètre métallique du citoyen Regnier réussira très-bien, et qu'il est propre à remplir les vues de l'auteur.

La classe ayant desiré voir les modèles de cet instrument, l'auteur les lui a présentés : elle a paru en être contente, et a engagé l'auteur à faire des expériences plus en grand, pour constater la bonté de sa méthode.

Fait à l'Institut national des sciences et des arts, le 11 fructidor, an 4 de la République française.

Signé, Leroy, Brisson.

RAPPORT

SUR la mesure de la méridienne de France, et les résultats qui en ont été déduits pour déterminer les bases du nouveau système métrique (1).

CITOYENS,

EMPLOYER pour unité fondamentale de toutes les mesures un type pris dans la nature même, un type aussi inaltérable que le globe que nous habitons; proposer un système métrique dont toutes les parties sont intimement liées entre elles, toutes dépendantes de ce type primitif, et dont les multiples et les subdivisions suivent une progression naturelle, simple, facile à saisir, et toujours uniforme : c'est assurément une idée belle, grande, sublime, digne du siècle éclairé dans lequel nous vivons. Aussi l'Académie des sciences, qui se rappeloit que, dès

(1) Il avoit été lu à la classe des sciences physiques et mathématiques, au nom de la commission des poids et mesures, deux rapports particuliers: l'un, le 6 prairial an 7, par le citoyen Van-Swinden, sur la mesure de la méridienne et la détermination du mètre; l'autre, le 11 du même mois, par le citoyen Tralles, sur l'unité des poids. La classe a décidé que ces deux rapports seroient réunis et refondus en un seul, pour être lu à une séance générale de l'Institut; et elle a chargé la commission de nommer un de ses membres pour en faire la rédaction. Cette rédaction a été faite par le citoyen Van-Swinden.

sa naissance, la théorie et les expériences de Huygens sur le pendule simple avoient fixé les yeux du monde savant sur l'invariabilité et l'universalité des mesures, qui en sentoit toute l'importance, qui connoissoit les vœux des mathématiciens sur ce sujet, qui avoit vu l'un de ses membres, le célèbre La Condamine, s'employer avec un grand zèle pour en faire goûter l'idée, et pour détruire les objections que l'ignorance et la cupidité ne cessoient alors, comme elles ne cessent encore aujourd'hui, d'y opposer (1), ne manqua-t-elle pas de saisir le moment même auquel le peuple français commençoit à s'occuper de sa régénération politique et sociale, pour reprendre cette matière intéressante, dont l'exécution n'attendoit, peut-être, que l'instant où l'impulsion donnée aux esprits feroit saisir avidement tout ce qui peut tendre au bien public, et où les circonstances permettroient de s'en occuper sans entraves et avec succès. Consultée bientôt par l'Assemblée constituante, dont l'attention venoit d'être fixée sur cet objet par la proposition qu'en fit le citoyen Talleyrand (2), et chargée par elle de déterminer l'unité des mesures et celle des poids, elle employa, par des raisons sages qu'elle a développées dans le temps (3), pour base de tout le système métrique, le quart du méridien terrestre compris entre l'équateur et le pole boréal; elle adopta la dix-millionième partie de cet arc pour l'unité des mesures, et

(1) Mémoires de l'Académie pour 1748.

(2) Décret du 8 mai 1790.

(3) Mémoires de l'Acad. pour 1789.

nomma *mètre* cette unité, qu'elle appliqua également aux mesures de surface et de contenance, en prenant pour l'unité des premières le carré du décuple, et pour celle de contenance le cube de la dixième partie du mètre; elle choisit pour *unité de poids* la quantité d'eau distillée que contient ce même cube lorsqu'elle est réduite à un état constant que la nature elle-même présente; enfin elle décida que les multiples et les sous-multiples de chaque sorte de mesure, soit de poids, soit de contenance, soit de surface, soit de longueur, seroient toujours pris en progression décimale, comme la plus simple, la plus naturelle et la plus facile pour le calcul dans le système de numération que l'Europe entière emploie depuis des siècles. Tels sont les points fondamentaux et essentiels du nouveau système métrique que l'Académie a proposé et qui a été adopté par l'Assemblée constituante, lesquels, sous des noms différens, à la vérité, de ceux dont l'Académie avoit fait choix, ont été consacrés par la loi du 18 germinal de l'an 3 de la République.

Mais, puisque la base du nouveau système métrique dépend du quart du méridien terrestre, il faut connoître la grandeur de cet arc, sinon avec une précision extrême, au moins avec une précision suffisante pour la pratique. On avoit déja fait en France, depuis la fin du dernier siècle, différentes opérations pour déterminer la grandeur de plusieurs arcs de la méridienne qui traverse ce vaste empire; et quoiqu'il restât des doutes sur l'entière exactitude de ces opérations, malgré les vérifications qu'on

en avoit faites à différentes reprises, on étoit autorisé à croire, d'après les recherches du célèbre La Caille, que le degré moyen ne s'écarteroit pas beaucoup de 57027 toises; conséquemment que le quart du méridien en contiendroit 5132430, et que la dix-millionième partie de cet arc répondroit à 443 lignes $\frac{443}{1000}$. Dans la juste impatience où l'on étoit de jouir du grand bienfait de mesures exactes, uniformes, universelles, on attribua *provisoirement* au mètre la longueur de 443 lignes $\frac{44}{100}$, persuadé, comme on croyoit pouvoir l'être, que les déterminations plus précises qu'on attendoit n'apporteroient à cette grandeur que de légers changemens.

Cependant l'Académie, qui considéroit cette matière sous son vrai point de vue, dans son ensemble, et sous tous ses rapports, sous le rapport de l'utilité publique, sous celui de sa liaison intime avec les points les plus importans de la physique céleste, sous le rapport même de la gloire nationale, à laquelle il importe que les bases d'un nouveau système métrique qu'on propose à une grande nation, qu'on voudroit voir adopter par toutes, soient déterminées avec la plus grande précision, conçut le beau projet de faire faire une nouvelle mesure de la méridienne qui traverse la France, de l'étendre au-delà des frontières, d'aller jusqu'à Barcelone, et de faire servir ce grand arc à déterminer le quart du méridien de la Terre. L'Assemblée constituante adopta ce vaste projet, elle en confia l'exécution à l'Académie : celle-ci nomma, sans délai, plusieurs de ses membres pour s'occuper des différentes parties qui font l'ensemble du

système métrique; et définitivement elle chargea de la mesure du méridien les citoyens Méchain et Delambre, si dignes à tous égards de la mission glorieuse, mais pénible, dont on les a honorés. L'Institut nomma, par la suite, le citoyen Lefévre-Gineau pour faire les expériences relatives à la détermination de l'unité de poids: il a prouvé, par la beauté et l'exactitude de son travail, combien il étoit digne d'être associé à ses illustres confrères.

Cette grande et importante opération projetée par l'Académie des sciences pour l'établissement d'un nouveau système métrique, commencée par ses ordres, et heureusement terminée sous les auspices de l'Institut après sept années de peines et de travaux, est remarquable à plusieurs égards. Elle l'est d'abord par l'étendue de l'arc terrestre qu'on a employé, et qui, étant de plus de neuf degrés et deux tiers, surpasse tous ceux qui avoient été mesurés jusqu'ici. Elle l'est ensuite par l'extrême exactitude avec laquelle toutes les parties en ont été exécutées : mesure géodésique de l'arc terrestre, observations astronomiques, travail pour la fixation de l'unité de poids, expériences sur la longueur du pendule, tout a marché de pair; chaque genre a été traité avec la même précision. Elle est enfin remarquable, et peut-être unique, par le degré d'authenticité dont elle est revêtue. En effet, l'Institut a desiré, non seulement que des commissaires choisis dans son sein examinassent tout ce qui avoit été fait, mais encore que des savans étrangers pussent se joindre à eux pour faire un travail commun.

Le gouvernement a accueilli ce vœu ; il a invité les puissances alliées ou neutres à envoyer des députés pour cet objet. Plusieurs se sont rendues à cette invitation ; et ces députés, réunis aux commissaires français, composent la commission des poids et mesures (1), qui s'est assemblée depuis quelques mois dans ce palais, et sous vos auspices, pour fixer définitivement la grandeur des bases du nouveau système métrique. Cette commission a pris une connoissance intime de tous les détails de chaque observation, de chaque expérience ; elle en a pesé les circonstances : conjointement avec les observateurs eux-mêmes, elle a déduit des observations les résultats qui devoient servir au calcul, et a arrêté les unités de

(1) Voici, par ordre alphabétique, les noms des membres de la commission des poids et mesures :

Aeneae, député de la république batave ;
Balbo, député du roi de Sardaigne, remplacé ensuite par le citoyen Vasalli ;
Borda, mort en ventose dernier ;
Brisson ;
Bugge, député du roi de Danemarck ;
Ciscar, député du roi d'Espagne ;
Coulomb ;
Darcet ;
Delambre ;
Fabroni, député de la Toscane ;
Lagrange ;
Laplace ;
Lefévre - Gineau ;
Legendre ;
Franchini, député de la république romaine ;
Mascheroni, député de la république cisalpine ;
Méchain ;
Multedo, député de la république ligurienne ;
Pederayes, député du roi d'Espagne ;
Prony ;
Tralles, député de la république helvétique ;
Wan-Swinden, député de la république batave ;
Vasalli, député du gouvernement provisoire du Piémont.

mesures et de poids, résultats définitifs de tout le travail. Jamais pareille opération n'avoit été soumise à pareille épreuve ; et la commission se fait un devoir et un plaisir de faire connoître à l'Institut que les citoyens Méchain, Delambre et Lefévre-Gineau se sont empressés à faire passer sous ses yeux jusqu'aux moindres détails de leurs registres originaux; qu'ils lui ont donné sur chaque objet tous les éclaircissemens possibles; qu'ils lui ont expliqué avec précision tous les instrumens dont ils se sont servis; qu'ils ont rendu compte des méthodes qu'ils ont employées; qu'ils ont prévenu les desirs des commissaires sur tous les points, avec toute la complaisance qu'on pouvoit attendre de confrères et d'amis, et avec cette noble franchise qui caractérise des observateurs exacts, lesquels, loin de redouter un examen sévère, desirent, au contraire, qu'on le fasse rouler minutieusement sur tous les détails, et qu'on le pousse même jusqu'au scrupule, bien sûrs que c'est le meilleur moyen de faire paroître la vérité dans tout son éclat.

Chargé de vous rendre compte du travail de ces excellens observateurs, et de ce qui a été fait par la commission des poids et mesures pour la fixation des *unités* qui servent de base au nouveau système métrique, qu'il me soit permis, pour mettre de l'ordre dans la multitude des matières que je dois soumettre à votre jugement, de vous entretenir d'abord de ce qui concerne la mesure de l'arc du méridien, et la détermination du mètre, ou de l'*unité* des mesures linéaires, qui en est le résultat;

de vous exposer ensuite les expériences qu'il a fallu faire pour parvenir à fixer l'*unité* du poids; enfin, en vous présentant les étalons de ces *deux unités*, de vous proposer quelques réflexions sur leur nature, leur usage, et la manière de les rétablir avec la plus grande exactitude, quand même tous les étalons viendroient à être anéantis, et qu'il n'en restât que le nom : avantage précieux de ces nouvelles mesures, et qui leur assure le titre de *mesures invariables*.

Commençons par ce qui concerne la mesure de la méridienne. Les citoyens Méchain et Delambre se sont partagé cet immense travail. La partie boréale, depuis Dunkerque jusqu'à Rodès, est échue à celui-ci, et le citoyen Méchain a fait tout le reste depuis Rodès jusqu'à Barcelone; il a vivement regretté que les circonstances ne lui aient pas permis de prolonger ses opérations jusqu'à l'île de Cabrera, comme il l'avoit desiré. Il avoit même fait tous les préparatifs pour ce travail; il avoit entrepris les courses nécessaires pour examiner le local et constater les stations qu'il conviendroit d'employer; il a tracé sur le papier les triangles qu'il faudra mesurer : de sorte que toute cette partie est ébauchée, et que, grace à son activité et aux soins qu'il s'est donnés sur cet objet, il sera facile d'ajouter cet arc à celui qui vient d'être mesuré, et de prolonger encore la méridienne de deux degrés. Espérons que des circonstances favorables permettront d'exécuter un jour ce qui n'a pu l'être jusqu'ici.

Vous savez qu'il faut, pour la détermination de la

méridienne, quatre genres d'observations : d'abord des observations géodésiques, qui consistent à mesurer tant les angles que font entre elles les stations qu'on a choisies, que ceux d'élévation ou de dépression de chacune des stations par rapport à celle à laquelle on pointe l'instrument, afin de pouvoir réduire à l'horizon les angles primitivement observés, et de former une chaîne non interrompue de triangles, qui se termine aux deux extrémités de la méridienne : il s'agit ensuite de mesurer des bases, qu'on lie à la chaîne des triangles ; l'une d'elles sert à déterminer par le calcul les côtés de chaque triangle, et l'autre est employée à vérifier l'opération et à la rectifier, s'il est nécessaire : il faut, en troisième lieu, connoître la direction des côtés des triangles par rapport à la méridienne ; ce qui exige des observations d'azimuth : enfin il est nécessaire de faire des observations astronomiques pour connoître l'arc céleste auquel répond l'arc terrestre de la méridienne qu'on a mesuré géodésiquement. Nous allons reprendre ces quatre genres d'observations, pour faire connoître ce que les observateurs ont fait, quel est le degré d'exactitude auquel ils sont parvenus, quelle est la manière dont la commission a discuté leur travail et s'est convaincue de la précision rare avec laquelle cette opération a été exécutée.

La partie géodésique forme un travail long et pénible par sa nature, mais qui a été singulièrement augmenté par les différens obstacles que les observateurs ont eus à surmonter. Les circonstances des temps pendant lesquels

ils ont fait leurs opérations, et dont nous ne vous rappellerons pas le souvenir, en ont fait naître un grand nombre; mais les observateurs ont trouvé des ressources contre ce genre d'obstacles, dans leur fermeté, dans leur courage, dans leur prudence, et dans ce zèle actif qui les a engagés à supporter les peines les plus cuisantes, les privations les plus dures, les fatigues les plus rudes, plutôt que de négliger le travail qui leur avoit été confié, ou même de passer légèrement sur ce qui pouvoit contribuer à sa perfection. A ces obstacles s'en joignoient d'autres produits par des circonstances locales: souvent, et sur-tout dans la partie boréale et jusqu'à Bourges, au lieu d'employer des signaux faits exprès et placés à volonté, on a été obligé de se servir de clochers. Les circonstances et la nature du terrain empêchoient d'en agir autrement: on avoit d'ailleurs l'intention de tirer de cette nouvelle mesure de la méridienne tout le parti possible pour vérifier l'ancienne opération; ce qui a exigé beaucoup de recherches, quelquefois infructueuses, pour constater l'identité des stations. L'intérieur des clochers rendoit l'observation très-pénible, et celle au centre de la station ordinairement impossible: il falloit donc imaginer des moyens pour déterminer ce centre avec exactitude, et y réduire l'observation faite d'un autre point. La figure des clochers exigeoit beaucoup d'attention pour être sûr qu'on pointoit constamment sur la même arête, et que le rayon visuel passoit par le centre; ce qui n'étoit pas toujours facile. Les différentes manières dont les objets ronds sont éclairés

à différentes heures du jour, produiroient encore des erreurs si on n'y avoit égard. Les signaux même exigent de l'attention, selon qu'ils se projettent différemment. Il s'agissoit d'étudier la nature des erreurs qui pouvoient résulter de ces différentes causes, et de trouver des formules pour en calculer l'effet. Ce sont autant de recherches que les observateurs ont faites. L'un d'eux, le citoyen Delambre, vient de publier les siennes, et toutes les méthodes de réduction qu'il a employées, dans un mémoire singulièrement intéressant (1); et si le citoyen Méchain faisoit également part au public de ses profondes méditations sur ces objets, la classe des livres de sciences se trouveroit derechef enrichie d'un ouvrage du premier mérite. En un mot, c'est en employant tout ce qu'une longue habitude d'observer leur donnoit de dextérité, ce que leur sagacité leur fournissoit de moyens pour discerner et pressentir même les différentes causes d'erreurs qui pouvoient avoir lieu, et leurs connoissances mathématiques de ressources pour les calculer, que les citoyens Méchain et Delambre sont parvenus à vaincre tous les obstacles, et à élever un monument éternel à la gloire de l'Académie, de l'Institut, des Sciences, de la Nation française même; gloire à laquelle, grace à leurs travaux, la leur propre est à jamais intimement liée.

---

(1) *Méthodes analytiques pour la détermination d'un arc du méridien :* à Paris, chez Duprat, *in*-4°. Cet ouvrage est précédé d'un mémoire du citoyen Legendre sur le même sujet.

Les observateurs se sont servis pour la mesure des angles, dans quelque genre d'observations que ce soit, du cercle entier de Borda, qu'on pourroit nommer à juste titre *cercle répétiteur*, par le précieux avantage qu'il procure de répéter, pour ainsi dire, l'angle à observer, en permettant d'en prendre tel multiple qu'on desire, et conséquemment de diminuer en même raison les erreurs, inévitables d'ailleurs, soit à cause des limites de nos sens, soit à cause de celles de la perfection des instrumens, et de les rendre à la fin insensibles. L'utilité de ce cercle, construit avec un grand soin, sous les yeux de Borda même, par le célèbre artiste Lenoir, avoit déja été pleinement prouvée par les observations que les citoyens Cassini, Méchain et Legendre, avoient faites en 1787 pour la jonction des observatoires de Paris et de Greenwich, et dans lesquelles ils sont parvenus à un degré de précision inconnu jusqu'alors; et s'il pouvoit rester encore quelques doutes sur l'extrême exactitude qu'on peut obtenir au moyen de ce cercle, quand on s'en sert d'ailleurs avec les précautions qu'il exige, les observations des citoyens Méchain et Delambre suffiroient pour les dissiper entièrement.

Ordinairement il a été fait à chaque station plus d'une série d'observations, et les observateurs ont formé chaque série du nombre d'observations qu'ils ont crues nécessaires pour parvenir à un résultat constant et suffisamment exact; ils ont noté dans leurs registres les nombres indiqués par chaque observation, ainsi que les circonstances particulières qui avoient eu lieu, soit

pour la manière dont les objets étoient éclairés, soit pour celle dont ils se projetoient, soit pour la partie à laquelle on pointoit, soit pour l'état de l'atmosphère; en un mot, ils y ont marqué tout ce qui peut servir à constater la valeur intrinsèque d'une observation. Aussi les membres de la commission qui ont été nommés pour le dépouillement de ces registres, ont-ils pu juger de cette valeur, et par les notes dont nous venons de parler, et par les renseignemens que les observateurs ont eu la complaisance d'ajouter de vive voix, et par la marche de chaque série d'observations, et par l'accord des différentes séries entre elles.

Cet examen a mis les commissaires en état de fixer la valeur de chaque angle d'une manière abstraite, et sans faire attention, ni aux autres, ni à ce que la somme des trois angles d'un même triangle, fixés de cette manière, pourroit fournir; ils ont cru devoir prendre les observations telles qu'elles sont, sans y faire la moindre correction, sans rien arranger après coup. Pour cet effet, ils ont pris pour chaque angle le milieu entre les résultats des différentes séries d'observations faites pour le déterminer, résultats qui d'ailleurs différoient très-peu entre eux; et ils l'ont déterminé ce milieu, soit en ayant simplement égard aux résultats de chaque série, soit en faisant entrer en ligne de compte le nombre des observations, soit en accordant plus de poids à celles qui paroissoient préférables et en rejetant celles que les observateurs eux-mêmes avoient notées comme peu dignes de confiance, enfin en employant toutes les

ressources que l'art de discuter des observations et une saine critique en ce genre peuvent fournir, et en donnant autant d'attention et de soin à la détermination de dixièmes de seconde (car c'est ordinairement sur des quantités de ce genre que rouloient les discussions, rarement sur des secondes entières) que s'il s'agissoit de quantités considérables. Les commissaires ont formé de cette manière des tableaux de tous les triangles qui ont servi à la détermination de la méridienne; ils les ont présentés à la commission générale, ensemble avec le détail de la méthode qu'ils ont employée, et des raisons de leurs déterminations. La commission a arrêté ces tableaux et les a déposés dans les archives de l'Institut comme des pièces authentiques, lesquelles renferment tous les principes qui doivent servir au calcul des triangles et des parties de la méridienne; comme c'est effectivement sur eux que les calculs ont été faits par la suite.

Pour vous faire juger de la précision que les observateurs ont obtenue dans cette partie de leur travail, nous vous dirons que sur quatre-vingt-dix triangles qui joignent les extrémités de la méridienne, il y en a trente-six dans lesquels la somme des trois angles diffère de moins d'une seconde de ce qu'elle auroit dû être, c'est-à-dire, dans lesquels l'erreur des trois angles pris ensemble est de moins d'une seconde; qu'il y en a de plus vingt-sept où cette erreur est au-dessous de deux secondes; que dans dix-huit autres elle ne monte pas à trois secondes; et qu'il n'y en a que quatre dans lesquels

elle est entre trois et quatre secondes, et trois seulement où elle est au-dessus de quatre, mais au-dessous de cinq. Nous doutons qu'on puisse parvenir à une plus grande exactitude, sur-tout dans les pays qu'il a fallu traverser. Aussi ceux qui considéreroient ces tableaux sans être instruits de la manière dont ils ont été formés, pourroient être tentés de croire, à la vue de cette précision, qu'on a arrangé les choses après coup, pour donner à l'ensemble cet air d'exactitude : mais les registres originaux des observateurs, les résultats qu'eux-mêmes avoient envoyés à Paris long-temps avant la mesure des bases et dans le temps qu'ils étoient encore occupés à leurs opérations, et le travail des commissaires, prouvent le contraire de la manière la plus authentique; on ne s'est permis aucune correction arbitraire ou conjecturale, quelque légère qu'elle pût être; et tous les angles ont été déterminés d'après des considérations puisées dans les observations mêmes.

De la mesure des angles passons à ce qui concerne les bases. Le citoyen Delambre en a mesuré deux : l'une entre Melun et Lieursaint; l'autre près de Perpignan, entre Vernet et Salces.

Ce n'est pas un travail aussi facile qu'on pourroit le croire au premier abord, que cette mesure d'une base: il faut une infinité d'attentions scrupuleuses sur tous les élémens qui constituent cette mesure, et de précautions sur les causes multipliées qui pourroient produire des erreurs; il faut des méthodes exactes pour réduire la somme de toutes les parties contenues entre les deux

extrémités de la base, à cette longueur, qui doit être considérée comme la vraie base, comme l'arc terrestre compris entre ces deux extrémités. On peut assurer que rien n'a été négligé, ni dans la mesure, ni dans les calculs de réductions. Le citoyen Delambre a détaillé, dans le mémoire que nous avons déja cité, les méthodes qu'il a adoptées et les moyens dont il s'est servi dans des cas qui présentoient des difficultés.

Il faut, disons-nous, des attentions sur les différens élémens qui constituent cette opération. Il en faut d'abord sur la longueur exacte des instrumens qu'on emploie; elles ont été prises. Ces instrumens ont été construits avec beaucoup de soin, par le citoyen Lenoir, d'après les idées du citoyen Borda et sous ses yeux. Ce sont quatre règles de platine : chacune d'elles est recouverte, jusqu'à quelques pouces de son extrémité antérieure, d'une pareille lame de laiton, mobile selon la longueur de la règle de platine, et fixée à celle-ci par l'autre extrémité. Cette lame forme, par les différentes dilatations que la même variation de température fait éprouver au laiton et au platine, un thermomètre métallique très-sensible, dont les divisions sont gravées sur l'extrémité antérieure, laquelle porte un vernier et un microscope pour voir et évaluer les sous-divisions. On sent qu'il a été fait, avant qu'on se soit servi de ces règles, nombre d'expériences pour constater la dilatation de ces métaux, l'état des thermomètres métalliques, leur marche, et leur comparaison aux thermomètres ordinaires. On a également comparé les longueurs des

règles n° 2, n° 3, n° 4, à la règle n° 1, à laquelle on a tout réduit, et que, par cette raison, nous nommerons désormais *le module;* comparaison qui a été faite par des moyens si exacts, qu'ils ne laissent pas de doute sur des deux-cent-millièmes parties. Le citoyen Borda a remis à la commission le mémoire qui contient le détail de toutes ces expériences. Cette pièce fera une partie intéressante et essentielle du recueil qu'on publiera sur cette grande opération.

Il faut ensuite des précautions pour que ces règles ne subissent aucune altération, soit pendant le transport, soit pendant qu'on les emploie à la mesure : pour cet effet, elles sont posées chacune, avec les précautions convenables pour ne pas nuire au mouvement de dilatation et de contraction qu'elles doivent éprouver par les changemens de température, sur des pièces de bois assez fortes pour ne pas fléchir ni se travailler; elles sont recouvertes, à quelques pouces de distance, d'un toit qui les met à l'abri de l'action directe des rayons du soleil.

Il faut encore, avons-nous dit, des précautions dans l'opération même. D'abord, des précautions pour l'alignement des règles : des pointes placées avec l'exactitude convenable sur le toit dont nous venons de parler, servoient de mire, et ont été substituées à l'alignement au cordeau dont on se servoit anciennement. Ensuite, des précautions pour que les règles qui sont encore posées à terre, ne soient pas déplacées de la plus petite quantité et par le choc le plus léger, lorsqu'on veut en

placer une bout à bout avec la dernière de celles-ci. Pour en être sûr, on ne plaçoit jamais les règles de cette manière ; mais on laissoit entre chaque règle et celle qui la précédoit et la suivoit immédiatement, un intervalle qu'on mesuroit ensuite en poussant légèrement, jusqu'au contact parfait, la languette de platine qui est à l'extrémité antérieure des règles et s'y meut dans une coulisse ; languette qui, d'ailleurs, porte un vernier et un microscope, pour connoître le nombre des divisions contenues dans l'intervalle qu'on a laissé entre les deux règles, et qui se trouve rempli par la languette. Précautions encore pour recommencer chaque jour l'opération au même point où elle avoit été terminée la veille : elles ont été prises par des moyens aussi exacts que simples. Précautions enfin, pour être sûr de ne pas se tromper dans le compte du nombre des règles qu'on a posées sur le terrain, ni dans celui des parties de languette, ou des thermomètres métalliques, qu'on a observés et qu'on note dans le registre, ni dans aucun des plus petits détails : elles ont toutes été employées jusqu'au scrupule ; et l'on peut être sûr qu'il n'y a aucune erreur sensible dans la mesure actuelle des deux bases. On en trouve d'ailleurs la preuve dans l'opération même, puisque la différence entre la partie qu'on avoit mesurée pendant un jour entier, et qui s'élevoit à soixante-dix modules, mais sur laquelle on croyoit pouvoir former quelque doute, à cause qu'il avoit soufflé ce jour-là un vent très-violent, et la même partie mesurée une seconde fois le lendemain dans des circonstances favorables, n'a guère monté qu'à

la quatre-millième partie du module, ou environ à la deux-cent-soixante-dix-millième partie de tout l'intervalle mesuré ce jour-là.

Mais la somme de toutes les parties comprises entre les extrémités de la base, et mesurées avec l'exactitude dont nous venons de parler, ne forme pas la base vraie. D'abord ces règles ont eu à différens jours des températures différentes, indiquées par les thermomètres métalliques, et, par conséquent, des longueurs qui n'ont pas toujours été les mêmes; il s'agit de les réduire à une température donnée, et par-là à une longueur constante: première réduction. Ensuite ces règles, quoique portées sur des trépieds montés sur des vis, afin que les languettes puissent être en contact immédiat précisément au point qu'il faut, ne sauroient être de niveau, à cause des inégalités du terrain : leur ensemble forme une somme de lignes droites différemment inclinées. Il a donc fallu connoître l'inclinaison des règles par rapport à l'horizon : aussi a-t-elle toujours été mesurée pour chaque règle, au moyen d'un niveau aussi simple qu'ingénieux, inventé par le citoyen Borda, et exécuté par le citoyen Lenoir; on le posoit sur le toit de chaque règle à des points fixes, uniquement destinés à cet objet. On a donc pu connoître, par le calcul, l'erreur que produit l'inclinaison de chaque règle, et avoir la longueur de la ligne unique qu'il s'agit de connoître : seconde réduction.

Mais cette ligne unique n'est pas posée, pour ainsi dire, sur la surface de la mer, niveau constant auquel

il faut réduire tous les autres. Le cercle de Borda, dont on s'est servi pour la mesure des angles, a fourni le moyen de faire cette réduction avec beaucoup d'exactitude, parce qu'il a servi à déterminer avec une très-grande précision l'élévation de chaque station au-dessus de celles qui forment avec elle un même triangle, ou sa dépression au-dessous de ces mêmes stations, ou de quelqu'une d'entre elles; de sorte que, connoissant, comme on les connoissoit, la hauteur de la tour de Dunkerque au-dessus du niveau de l'Océan, et celle de Montjouy au-dessus du niveau de la mer Méditerranée, cette même opération a servi à faire un nivellement exact de toute cette partie de la France et de l'Espagne que les observateurs ont traversée sur une longueur de près de dix degrés de latitude; avantage vraiment précieux à beaucoup d'égards. On a donc pu faire le calcul nécessaire pour réduire les bases mesurées aux bases vraies, à l'arc qu'elles forment sur la surface de la Terre, au niveau même de la mer : c'est la troisième réduction qu'il s'agissoit de faire. Et voilà ce qu'il en coûte de peines, de soins, d'attentions, de précautions, de calculs, pour parvenir à ce degré de perfection auquel l'état actuel des sciences permet d'atteindre, et qu'il exige conséquemment qu'on emploie. Aussi la commission des poids et mesures a-t-elle été intimement convaincue que cette base a été mesurée avec une exactitude rare, supérieure à celle qu'on a pu obtenir dans les opérations du même genre faites précédemment en France, au Pérou ou au Nord; et il

suffit, d'une part, de cette conviction, puisée dans la nature même des moyens et des précautions qu'on a employés, et de se rappeler, de l'autre, que sur des bases de pareille longueur mesurées au Pérou par des méthodes moins dignes d'une entière confiance, il n'y a pas eu deux pouces, ou un deux-cent-vingt-millième de la base entière, d'incertitude, pour être persuadé qu'il eût été inutile de faire une seconde fois des opérations aussi pénibles.

La longueur des bases se trouve donc exprimée en nombres dont l'unité est la règle nº 1, ou *le module;* et conséquemment celle de la méridienne, celle du quart du méridien terrestre, seront exprimées en *unités* du même genre. Mais, pour se faire entendre dans la société, et donner une idée exacte de cette *unité*, il faut nécessairement la comparer aux anciennes mesures connues, comme d'autre part, pour ne pas perdre le fruit de tout ce qui a été mesuré dans des temps précédens, il faut réduire les anciennes mesures aux nouvelles. On sent aisément qu'un point aussi important n'a pas été négligé. Avant qu'on eût entrepris la mesure des bases, la règle nº 1, ou *le module*, a été comparée exactement à la toise de l'Académie, dite *toise du Pérou*, et l'on a employé des moyens qui permettent de s'assurer de cent millièmes de toise. Les détails de ces expériences sont consignés dans le mémoire du citoyen Borda, que nous avons déja cité plus d'une fois. Après son retour, le citoyen Delambre n'a pas manqué de faire la comparaison des règles qui avoient servi à la

mesure des bases, et il a trouvé qu'elles n'avoient pas subi le plus léger changement dans leur longueur, et qu'elles avoient conservé avec la double toise le même rapport qu'elles avoient avant d'être employées, sans qu'il y ait aucune différence que nous puissions assigner. Enfin la commission elle-même a chargé quelques-uns de ses membres de faire encore une fois la même comparaison, et de tirer de leur travail tout le parti possible, en comparant, à cette occasion, entre elles, la toise du Pérou, celle du Nord, et celle de Mairan, toutes trois devenues célèbres ou importantes, les premières par les grandes opérations auxquelles elles ont servi, et la troisième parce que c'est en parties de cette toise que Mairan a exprimé les résultats de ses belles expériences sur la longueur du pendule, et que c'est sur elle qu'ont été étalonnées les toises qui ont servi à la mesure de deux degrés terrestres faite près de Rome par les célèbres Boscovich et Lemaire. Cette nouvelle comparaison du module à la toise du Pérou a encore donné le même résultat; savoir, que les règles n'ont subi aucun changement; et elle a prouvé de plus que le module est exactement le double de la toise du Pérou, et a conséquemment douze pieds de longueur, lorsque le thermomètre centigrade est à $12^\circ \frac{1}{2}$: d'où l'on déduit, soit par le calcul de la dilatation des métaux, soit par les expériences directes de Borda, qu'à la température de $16^\circ \frac{1}{4}$ (ce qui revient à 13° du thermomètre de Réaumur) le module est plus court que la double toise de $\frac{1}{100}$ de ligne, c'est-à-dire, d'environ un quatre-vingt-cinq-millième du total.

Les observations d'azimut, si délicates et si difficiles, ont été faites avec toute l'exactitude dont elles sont susceptibles, et calculées avec la plus grande précision. On auroit pu se contenter d'observer un seul azimut pour déterminer la direction que forme avec la méridienne un des côtés d'un seul triangle, puisque cela suffit pour faire le calcul de la méridienne entière : mais il étoit extrêmement important d'en observer plusieurs, parce que la théorie fait entrevoir que si les azimuts calculés diffèrent de ceux qu'on observe réellement, ces différences et leur marche peuvent servir à perfectionner nos connoissances sur la figure de la Terre, sur les irrégularités qui peuvent se trouver dans son intérieur, sur l'action des causes locales ; et il étoit de la plus haute importance de faire servir cette belle opération à tout ce qui peut contribuer au perfectionnement de nos connoissances sur ces intéressans objets. Les observateurs l'avoient trop à cœur ce perfectionnement, auquel d'ailleurs ils contribuent tant eux-mêmes par leurs travaux, pour ne pas saisir avec empressement une occasion aussi favorable de faire des observations d'azimut utiles, et plus parfaites que celles qu'on faisoit anciennement en de pareilles occasions. D'ailleurs, pour déterminer les azimuts, ils ont non seulement employé le Soleil, mais encore l'étoile polaire ; et ils n'ont rien négligé dans les réductions et dans les calculs de ce qui pouvoit contribuer à l'exactitude du résultat. Ces observations ont été faites à Watten, à Bourges, à Carcassonne et à Montjouy, c'est-à-dire, aux deux

extrémités de la méridienne et dans deux endroits intermédiaires.

Les observations de latitude, les dernières dont nous avons à vous rendre compte, ont un degré d'exactitude proportionné à l'importance dont elles sont pour fixer les résultats d'une opération du genre de celle-ci. C'est encore le cercle de Borda que les observateurs ont employé; et si, après les épreuves faites précédemment, et les observations faites en 1790 à l'observatoire national par les citoyens Cassini, Borda et Méchain, et imprimées dans le dernier volume des Mémoires de l'Académie, il pouvoit rester encore quelque doute sur la grande précision que donne cet instrument pour les observations des distances au zénith, et par conséquent des latitudes, il suffiroit de consulter les registres des citoyens Méchain et Delambre pour se convaincre qu'il n'y en a aucun. On verra dans ces registres la multitude vraiment étonnante des observations; la marche régulière des séries; l'accord des différentes séries entre elles; les précautions qu'on a prises, tant dans les observations que dans les réductions; les étoiles dont on a fait choix; leurs passages, tant supérieurs qu'inférieurs, qui ont été observés; et l'on finira par être aussi sûr que le sont les membres de la commission qui ont été spécialement chargés de cet examen, que l'est la commission entière, qu'il n'y a dans aucune des latitudes observées par les citoyens Méchain et Delambre une seconde d'incertitude, et que celle qui pourroit y rester encore ne monte pas, ni à beaucoup près, à une demi-seconde.

Ces observations ont été faites à Dunkerque et à Évaux par le citoyen Delambre, à Carcassonne et à Montjouy par le citoyen Méchain, et à Paris, par le citoyen Méchain à l'observatoire national, et par le citoyen Delambre dans son observatoire particulier, rue de Paradis, au Marais : mais aucun de ces deux observatoires n'entre dans la chaîne des triangles; c'est le Panthéon français, dont la distance à chacun des observatoires dont nous venons de parler est suffisamment connue pour déterminer sa latitude. Or on trouve pour le Panthéon, à une quantité insensible près, la même latitude, soit qu'on la déduise des observations du citoyen Méchain, soit qu'on emploie celles du citoyen Delambre; preuve de l'extrême exactitude des unes et des autres.

Telles sont les différentes parties de l'opération que les citoyens Méchain et Delambre ont si heureusement terminée; opération qui surpasse par son étendue, et égale par sa précision, ce qui a été fait de plus accompli en ce genre : elle fournit toutes les données nécessaires pour parvenir à des résultats propres non seulement à fixer les bases du nouveau système métrique, mais encore à faire naître, sur la question si importante de la figure de la Terre, des recherches fort intéressantes et dignes des mathématiciens les plus célèbres, qui, sans doute, vont reprendre cette question avec une nouvelle ardeur.

Il ne s'agit plus que de vous indiquer quel a été le travail de la commission pour déduire des résultats de

cette opération, l'unité des mesures de longueur, ou le mètre.

Quatre commissaires se sont spécialement chargés du calcul des triangles; ils ont fait leurs calculs séparément et par des méthodes différentes, afin de ne rien laisser à desirer sur la certitude des résultats. Ils ont aussi calculé, et toujours par différentes méthodes, les quatre parties de la méridienne qui se trouvent comprises entre les endroits dont la latitude a été observée, c'est-à-dire, les arcs terrestres compris entre Dunkerque et le Panthéon, le Panthéon et Évaux, Évaux et Carcassonne, Carcassonne et Montjouy. Les détails de pareils calculs, et des principes sur lesquels ils sont fondés, ne sauroient se trouver dans un rapport tel que celui-ci; ils ont été exposés à la commission, dans un mémoire qui est déposé dans les archives de l'Institut. Nous dirons seulement,

1°. Que la distance entre les parallèles de Dunkerque et du Panthéon, qui sous-tend un arc de 2°,18909722, et dont le milieu passe par la latitude de 49° 56′ 30″, est de . . . . 62472,59 modules.

2°. Que la distance entre les parallèles du Panthéon et d'Évaux, qui sous-tend un arc de 2°,66868055, et dont le milieu passe par la latitude de 47° 30′ 46″, est de 76145,74

3°. Que la distance entre les parallèles d'Évaux et de Carcassonne, qui sous-tend un arc de 2°,96336111, et dont le milieu passe par la latitude de 44° 41′ 48″, est de	84424,55 modules.
4°. Enfin, que la distance entre les parallèles de Carcassonne et de Montjouy, qui sous-tend un arc de 1°,85265833, et dont le milieu passe par la latitude de 42° 17′ 20″, est de	52749,48

D'où il résulte que la méridienne entière comprise entre Dunkerque et Montjouy, qui sous-tend un arc céleste de 9°,67379722, et dont le milieu passe par la latitude de 46° 11′ 5″, est de 275792 modules et 36 centièmes.

S'il s'agissoit de vous présenter les différentes idées que les résultats du calcul des parties de la méridienne ont fait naître, nous fixerions principalement vos regards sur ces deux conclusions : la première, que les degrés moyens qu'on conclut pour les quatre intervalles dont nous venons de faire mention, décroissent tous à mesure qu'on s'approche de l'équateur, et qu'ainsi cette opération pourroit elle seule prouver l'aplatissement de la Terre, s'il étoit encore besoin de preuve sur cet article ; la seconde, qu'on étoit bien loin de soupçonner, et qui présente un phénomène très-remarquable, digne des recherches des plus profonds mathématiciens, c'est que ces mêmes degrés ne suivent pas dans leur diminution

une marche graduelle. En effet, si l'on déduit des quatre intervalles énoncés ci-dessus le degré moyen qu'on en peut conclure, en employant simplement l'hypothèse sphérique, qui suffit pour un premier apperçu, on trouvera en nombres ronds pour le degré moyen,

	Modules.	Différence.	Différence pour un degré de latitude.
Entre Dunkerque et le Panthéon, à la latitude moyenne de 49° 56′ 30″.	28538		
		5	2
Entre le Panthéon et Évaux, à la latitude moyenne de 47° 30′ 46″. . .	28533		
		44	16
Entre Évaux et Carcassonne, à la latitude moyenne de 44° 41′ et 48″ . .	28489		
		12	7
Entre Carcassonne et Montjouy, à la latitude moyenne de 42° 17′ 20″ . .	28472		

C'est-à-dire, en deux mots, que les degrés moyens décroissent d'abord très-peu et très-lentement entre Paris et Évaux, seulement de deux modules pour un degré de latitude; ensuite très-rapidement et très-fortement, de seize modules par degré de latitude, entre Évaux et Carcassonne; et que cette diminution rapide se ralentit entre cette ville et Montjouy, n'étant plus que de sept modules.

Nous ajouterions à cet exposé succinct, que ce fait si remarquable est intimement lié à un autre, à celui que

présentent, tant les différences qu'il y a entre les azimuts calculés pour Bourges, pour Carcassonne, pour Montjouy, d'après celui de Dunkerque pris pour base, et les azimuts observés dans ces trois stations, que la marche de ces mêmes différences; de sorte que ces deux faits se servent mutuellement de confirmation et d'appui, et que, réunis, ils indiquent, soit une irrégularité dans les méridiens terrestres, soit une ellipticité dans l'équateur et ses parallèles, soit une irrégularité dans l'intérieur de la Terre, soit un effet de l'attraction des montagnes, soit une action puissante de ces différentes causes réunies, ou de quelques-unes d'entre elles; action qui n'avoit pas été démontrée d'une manière aussi frappante qu'elle l'est par les résultats que nous venons d'indiquer. Ce sera aux mathématiciens les plus célèbres à fixer leur attention sur ces faits, pour tâcher d'en démêler les élémens, et de parvenir, sur la figure de la Terre, à une théorie plus parfaite que celle que nous possédons jusqu'ici.

Nous ne pouvons vous indiquer ces objets qu'en passant : ils ne sont pas du ressort de la commission des poids et mesures; mais ils l'avoient trop frappée, et ils sont trop importans, pour qu'elle pût les passer sous silence. Bornée, comme elle l'a été, à ce qui concerne la détermination du quart du méridien, puisque c'est de celle-ci que dépend l'unité des mesures, elle a tourné toute son attention vers cet objet; elle l'a considéré sous toutes ses faces, et s'est déterminée à s'en tenir uniquement aux faits, sans y mêler aucune idée théo-

rique sur tel ou tel point susceptible de discussion : elle a donc employé dans ses calculs l'arc total compris entre Dunkerque et Montjouy, et qui est, comme nous l'avons dit, de 275792 modules et 36 centièmes. Cet arc est le plus grand de tous ceux qui ont été déterminés jusqu'ici; et par là il rend plus petite l'influence, soit des irrégularités qui peuvent se trouver dans la figure et dans l'intérieur de la Terre, soit de celles que de légères erreurs, toujours inséparables des observations les mieux faites, pourroient produire.

En prenant cet arc pour base, on en a déduit le quart du méridien par un calcul rigoureux dans l'hypothèse elliptique. Il falloit, pour faire ce calcul, connoître l'aplatissement de la Terre : c'est encore l'expérience que la commission a consultée pour cette détermination. Pour cet effet, elle a employé, d'une part, le grand arc que les citoyens Méchain et Delambre viennent de mesurer en France; et de l'autre, celui que d'excellens observateurs ont mesuré au Pérou, il y a soixante ans, à peu près sous l'équateur même : c'est un de ceux qui ont été déterminés avec le plus de soin, et discutés avec le plus d'attention et d'exactitude. Il est d'ailleurs le plus grand de tous ceux qui ont été mesurés hors de France, soit par les ordres de différens gouvernemens, soit, comme celui-ci, par les ordres du gouvernement français. Enfin sa distance même de l'arc auquel on le compare diminuera l'influence des erreurs qui pourroient s'être glissées dans sa détermination, puisqu'elles se trouveront distribuées sur un plus grand intervalle.

La comparaison de ces deux arcs, faite avec soin et par différentes formules, a donné un trois-cent-trente-quatrième pour l'aplatissement de la Terre ; et il est très-remarquable que cet aplatissement, calculé d'après les données que nous venons d'indiquer, est le même que celui qui résulte de la combinaison d'un grand nombre d'expériences faites dans différens endroits sur la longueur du pendule simple, et qu'il est encore conforme à celui qu'exige la théorie de la nutation et de la précession. L'accord de ces trois résultats, tirés de trois genres d'observations très-différens, mérite la plus grande attention, et il est bien propre à inspirer beaucoup de confiance sur chacun d'eux. D'ailleurs une légère erreur sur ce point auroit d'autant moins d'influence sur le résultat définitif, que le milieu de l'arc entier, terminé par Dunkerque et Montjouy, passe près du quarante-cinquième degré de latitude, ou du degré moyen.

Cet élément du calcul une fois arrêté, le calcul même du quart du méridien ne pouvoit plus offrir de difficulté ; et l'on a trouvé par différentes méthodes, en employant l'arc intercepté entre Dunkerque et Montjouy et un trois cent trente-quatrième pour l'aplatissement de la Terre, que le quart du méridien terrestre est de 2565370 modules : d'où il suit, et c'est là le résultat définitif de tout le travail, que sa dix-millionième partie, ou *le mètre*, *unité de mesure*, est de 0,256537, ou, en s'arrêtant pour la pratique à quatre décimales, de 0,2565 parties du *module*.

Pour réduire cette longueur aux anciennes mesures,

nous dirons d'abord que si le module et la toise du Pérou étoient supposés l'un et l'autre à la température qu'avoit celle-ci lorsqu'elle a été employée par les académiciens, qui se rapporte au treizième degré du thermomètre à mercure, divisé en quatre-vingts parties, ou au seizième et un quart du thermomètre centigrade, le mètre seroit égal à 443,291 lignes de cette toise; ensuite, qu'en réduisant, comme il le faut, le module à la température à laquelle il a été réduit dans l'expression de la longueur des bases, laquelle a servi à calculer les triangles et la méridienne, *le mètre vrai et définitif* est de 443,296 lignes de la toise du Pérou, celle-ci toujours supposée à la température de $16°\frac{1}{4}$, puisque c'est à cette seule température que cette toise peut être considérée comme étant celle dont les académiciens se sont servis. Les variations de longueur que les métaux éprouvent par différentes températures exigent ces attentions.

Nous vous avons entretenus assez en détail du travail de la commission pour fixer la vraie longueur du *mètre*, base de tout le systême métrique, unité des mesures de longueur. Les mesures de surface et de capacité s'en déduisent trop facilement, pour qu'il soit nécessaire de s'y arrêter. Il n'en est pas de même de l'unité de poids : sa détermination dépend d'une foule d'expériences, de considérations, de réductions, plus délicates les unes que les autres ; et ce n'est qu'à force de patience, de soins, d'attention, de dextérité, que le citoyen Lefévre-Gineau, auquel l'Institut a confié ce travail, est parvenu à un degré de précision rare. Sachant combien les

opérations qu'il avoit à faire sont difficiles, il a desiré (car le vrai mérite, lors même qu'il est universellement reconnu, est toujours modeste, et se défie de ses propres forces) que la commission lui adjoignît un de ses membres pour vérifier les expériences qu'il avoit déja faites, et pour assister à celles qu'il se proposoit de faire encore. Il suffira de dire que le citoyen Fabroni de Florence a été nommé, pour que tout le monde soit convaincu que ces expériences ne pouvoient tomber en de meilleures mains, ni être faites et vérifiées avec plus d'exactitude, ou revêtues d'une plus grande authenticité, ni inspirer plus de confiance. Enfin une commission spéciale s'est occupée de l'examen de tous les registres d'observations et d'expériences, des réductions et des calculs. Nous pourrions nous étendre sur toutes les particularités de ce beau travail, si la nature d'un rapport tel que celui-ci pouvoit nous permettre de vous présenter un grand nombre de résultats purement numériques; mais, obligés comme nous le sommes, d'une part, de nous restreindre, et, de l'autre, de vous présenter néanmoins des données qui puissent vous faire connoître ce qui a été fait, ce qui devoit se faire, et vous mettre en état de juger du degré de confiance que méritent les résultats définitifs, permettez-nous de vous proposer simplement quelques considérations sur l'esprit général de ces expériences, sur les différens points qu'il s'agit de déterminer, et sur la méthode qu'il a fallu employer pour fixer avec exactitude la véritable unité de poids.

Le poids d'un corps exprime la quantité de matière

qu'il contient : mais comme tous les corps ne sont pas également denses, que les uns contiennent sous le même volume beaucoup plus de matière que d'autres, on n'auroit qu'une expression vague et indéterminée, si à l'idée de quantité de matière on ne joignoit celle du volume sous lequel elle est contenue; conséquemment déterminer l'unité de poids, c'est déterminer la quantité de matière qu'un certain corps qu'on emploie de préférence, contient sous un volume dont on est préalablement convenu, afin de rappeler à cette quantité, et de mesurer par elle, celle que contiennent tous les corps quelconques. Or, comme la détermination de ce volume dépend des mesures linéaires, il en résulte que cette question, *quelle est l'unité de poids?* tient intimement à celle de la fixation des mesures linéaires, c'est-à-dire, du *mètre;* et ensuite, que, pour la résoudre entièrement, il faut, 1°. fixer le volume qu'on emploiera pour terme de comparaison, 2°. faire choix d'un corps propre à le remplir, 3°. enfin déterminer le poids ou la quantité de matière que ce corps contient sous ce volume.

Il peut y avoir de l'arbitraire dans le volume qu'on emploie : mais les usages de la société demandent qu'on ne prenne pas d'unité trop grande ou trop petite; et la nature du système métrique décimal exige qu'elle soit exprimée par un nombre cubique dont la racine est un sous-multiple décimal du *mètre.* L'Académie des sciences a sagement adopté la millième partie du *cube du mètre*, ou, ce qui revient au même, le cube du décimètre.

Le corps dont on fait choix pour remplir ce volume n'est nullement indifférent : personne ne doute qu'il ne doive être fluide; qu'il ne doive être en état de conserver sa fluidité à une température qu'il soit facile d'obtenir par-tout; qu'il ne faut pas qu'il ait un degré de densité qui rendroit les expériences trop difficiles, ou leurs résultats peu exacts : enfin, et sur-tout, il doit être de nature à pouvoir être retrouvé par-tout dans le même degré de pureté, à se dépouiller facilement de toutes les matières hétérogènes qui pourroient se combiner chimiquement avec lui, ou s'y mêler mécaniquement, et propre à rendre la comparaison immédiate avec tous les autres corps très-facile. L'eau paroît posséder ces qualités dans un degré éminent, ou du moins plus qu'aucun autre corps que nous connoissions; et distillée elle est toujours également pure. Aussi l'Académie des sciences a-t-elle choisi cette eau pour le corps dont la quantité de matière contenue sous le cube du décimètre seroit l'unité de poids.

Il n'est point de physicien qui ne sache qu'il faut renoncer à l'idée qui se présente la première et le plus naturellement à l'esprit, celle de remplir d'eau distillée un cube dont le côté seroit un décimètre, et de la peser. Le peu d'exactitude d'un pareil procédé est trop évident pour qu'il soit nécessaire de le développer; tout le monde sent qu'il faut en revenir à ce principe d'hydrostatique si connu, que le poids d'un fluide contenu sous un certain volume est égal au poids que ce volume, pesé d'abord dans l'air, vient à perdre si on le pèse ensuite dans ce

fluide. Mais l'expérience par laquelle on confirme ce principe, et qui paroît si simple, si facile, quand on la voit faire dans des cours de physique, devient singulièrement délicate et difficile quand il s'agit de déterminer des quantités absolues. En effet, il faut d'abord connoître avec une précision rigoureuse le volume du corps qu'on emploie; opération très-compliquée : il faut ensuite peser ce corps dans l'air et dans l'eau; deux opérations qui exigent des attentions que la plupart des personnes, même instruites, sont bien loin de connoître, et qu'il est rare de savoir apprécier : il faut enfin faire aux résultats de ces expériences les réductions qu'exigent différentes considérations, comme, par exemple, celle du poids et de la température de l'air ; considérations qui demandent des expériences, des soins et des calculs. Le résumé général de ce qui a été fait sur chacun de ces articles donnera des notions exactes et précises de toute l'opération.

Il s'agit d'abord de construire un corps qui soit propre à être pesé et dans l'air et dans l'eau avec exactitude, et d'en connoître le volume avec la plus grande précision. Comme ce dernier point est d'une extrême importance, la figure du corps, qui seroit par elle-même assez indifférente, au moins jusqu'à un certain point, ne l'est plus : elle doit être celle du corps auquel il sera le plus facile de donner exactement une figure régulière; et on a, comme de raison, choisi le cylindre. Le citoyen Fortin, qui a donné, dans l'exécution des machines dont nous vous parlerons successivement, de

nouvelles preuves de ses talens, a construit en laiton un cylindre *creux* (n'oublions pas cette circonstance, car ici rien de ce qui est même minutieux ne doit être omis) dont le diamètre égale à peu près la hauteur, dont le volume est de plus de onze décimètres cubes (ou d'environ cinq cent soixante pouces); c'est-à-dire qu'il vaut onze fois celui qu'il s'agit de déterminer; circonstance qui mérite d'être remarquée, parce que les conclusions qu'on tire d'expériences faites en grand méritent, dans leur application, plus de confiance que celles qui se trouveroient dans un cas contraire. Les parois du cylindre sont soutenues intérieurement par une carcasse qui empêche que ce corps ne change de volume par la pression de l'eau, lorsqu'il s'y trouve plongé; et il a été fait des expériences pour constater qu'il n'en change pas.

Mais ce cylindre, avec quelque soin qu'il ait été construit, nous dirons même quel que soit le degré de perfection auquel le citoyen Fortin l'a amené, n'est point un cylindre parfait, et il ne sauroit l'être dans la rigueur mathématique; car tel est le sort de l'homme, que sa main ne peut jamais exécuter ce que son génie crée, avec cette précision rigoureuse que son imagination attribue à l'objet idéal : mais aussi telles sont ses ressources, que la sagacité de son esprit lui fait saisir des moyens propres à connoître combien ce qu'il a exécuté diffère de la perfection idéale, et conséquemment à ramener à celle-ci ce qui ne peut, physiquement parlant, qu'en différer. Ce sont ces moyens que le citoyen Lefévre-

Gineau a su mettre habilement en usage, à l'aide d'une machine très-ingénieuse du citoyen Fortin, par laquelle il a pu mesurer de légères différences de longueur avec la précision d'un quatre-millième de ligne des anciennes mesures, ou d'un dix-sept-centième de millimètre. En effet, si le corps dont il s'agit est un cylindre parfait, il faut d'abord, au moins dans la pratique, qu'il soit un cylindre droit, et toutes les expériences démontrent qu'il l'est, sans qu'il y ait aucune différence que nous soyons en état d'assigner; il faut que toutes les perpendiculaires abaissées d'une des bases sur l'autre, prise pour un plan, soient égales; il faut que ces bases, et les coupes qui leur sont parallèles, soient des cercles parfaits; il faut enfin que les diamètres de ces cercles soient exactement égaux. Il ne s'agit donc que de mesurer ces perpendiculaires et ces diamètres, pour savoir s'ils le sont réellement, ou pour connoître leur inégalité.

Imaginons donc qu'on ait tracé sur les deux bases en partant du centre, et sur chacune d'elles aux mêmes distances de celui-ci, trois cercles; que les circonférences soient chacune divisées en douze parties par six diamètres : on aura sur chaque base trente-six points d'intersection. Supposons qu'on tire une ligne droite de chacun de ces points, pris sur une des bases, à son point correspondant sur l'autre base, et l'on aura trente-six lignes, lesquelles font avec la ligne des centres, ou l'axe, trente-sept hauteurs qui doivent être rigoureusement égales si le cylindre est parfait. Le citoyen

Lefévre-Gineau a mesuré chacune de ces hauteurs plusieurs fois, et à chaque fois il les a comparées à une lame de laiton bien déterminée, que nous nommerons *règle des hauteurs*. Figurons-nous encore qu'on ait tracé sur la surface convexe du cylindre, à des distances déterminées, huit cercles, et qu'on ait tiré des droites qui joignent les extrémités des six diamètres correspondans tirés précédemment sur les bases, et on aura quatre-vingt-seize intersections qui formeront quarante-huit diamètres, six pour chaque cercle. Ces diamètres ont été mesurés avec les mêmes soins que les hauteurs, et comparés successivement à une règle de laiton bien déterminée, que nous nommerons *règle des diamètres*. Il seroit superflu d'ajouter qu'on a eu égard à la température, qu'on a pris toutes les précautions pour qu'elle ne variât point pendant le cours de l'expérience, enfin qu'on a porté l'attention la plus scrupuleuse sur tous les détails.

Ces comparaisons ont prouvé que le corps dont il est question n'est pas un cylindre parfait, puisque les deux bases ne sont pas exactement parallèles entre elles, et que même elles ont une légère courbure; que les sections parallèles aux bases ne sont pas, rigoureusement parlant, des cercles, quoiqu'elles en diffèrent d'une quantité extrêmement petite; enfin que les diamètres de ces sections ne sont pas parfaitement égaux, mais augmentent progressivement, quoique très-peu, d'une base à l'autre, et qu'ainsi le corps approche un peu d'être un cône tronqué. Toutes ces différences, quelque

petites qu'elles soient réellement, sont donc exactement connues, déterminées avec une grande précision; et conséquemment il n'a pas été difficile à des géomètres de calculer quel doit être le diamètre moyen, quelle doit être la hauteur moyenne d'un cylindre idéal égal au volume du corps employé, sans qu'il en résulte aucune erreur sensible; et c'est ainsi que la légère imperfection que la main la plus habile ne sauroit éviter dans ce qu'elle entreprend de faire, disparoît, et n'a plus d'influence, dès que des physiciens et des mathématiciens se réunissent pour en faire l'examen et l'évaluation.

Mais cette hauteur et ce diamètre moyens ne sont encore que des quantités relatives, puisque l'une est rapportée à la *règle des hauteurs*, l'autre à celle *des diamètres*. Il a donc fallu déterminer la longueur de ces règles en mesures connues; ce qui a été fait par des moyens analogues à ceux que les citoyens Borda et Brisson ont employés pour vérifier la longueur du mètre provisoire, et qu'ils ont décrits dans leur rapport (1) sur ce sujet. La nature de celui-ci nous interdit tout détail numérique qui ne présenteroit par lui-même aucun intérêt. Il suffira de dire qu'à la température de $17^\circ \frac{6}{10}$ du thermomètre centigrade, le volume du cylindre employé est, à très-peu près, 11 fois le cube du décimètre, plus 29 centièmes (2).

---

(1) *Rapport sur la vérification du mètre.* A Paris, de l'imprimerie de la République. Thermidor an 3.

(2) Exactement 0,0112900054 du mètre cube.

Ce volume étant déterminé, il s'agit de le peser d'abord dans l'air, ensuite dans l'eau distillée, pour connoître le poids d'un pareil volume de cette eau. Il est à ce sujet plus d'une précaution à prendre. Il faut d'abord des balances extrêmement exactes. Celles que le citoyen Fortin a faites pour ces expériences sont d'une construction particulière. L'une d'elles, chargée d'un peu plus de deux livres, poids de marc, dans chaque bassin, est encore sensible à la millionième partie de ce poids, c'est-à-dire, d'un cinquantième de grain; et elle trébuche à un dixième de grain lorsque chaque bassin porte environ vingt-trois livres.

Il ne suffit pas d'avoir des balances exactes, il faut que les poids qu'on emploie le soient aussi. Le citoyen Lefévre-Gineau en a fait faire onze, tous en laiton, tous parfaitement égaux, et vérifiés avec l'attention la plus scrupuleuse : comme ce sont des poids arbitraires, nous les nommerons *unités*. Les subdivisions, faites également avec la plus grande exactitude, étoient des dixièmes, centièmes, millièmes, et ainsi de suite jusqu'à des millionièmes. Les subdivisions de même nom ont été comparées entre elles pour juger de leur parfaite égalité, et ensuite réunies à leur décuple, pour être certain de leur valeur réelle et absolue. Le citoyen Lefévre-Gineau a mis beaucoup d'attention et de patience à tous ces préparatifs, persuadé que ce n'est qu'à ce prix qu'on achète la précision dans ce genre d'expériences.

Il y a plus; la construction du corps qu'il s'agit de peser n'est pas indifférente. Pour l'exactitude des pesées

il faut qu'il soit aussi léger qu'il sera possible, afin qu'il ne fatigue pas trop la balance, et néanmoins il doit être assez pesant pour qu'il plonge dans l'eau par son propre poids : c'est la raison pour laquelle le cylindre dont on s'est servi est creux, comme nous l'avons dit ci-dessus; et l'excès du poids de sa partie solide sur le poids d'un volume d'eau égal à tout le corps est très-petit. Mais, puisque ce cylindre est creux, il s'ensuit qu'il contient de l'air : on a sagement laissé, au moyen d'un tube de laiton qu'on y applique, une communication libre entre l'air intérieur et celui de l'atmosphère, lors même que le cylindre est plongé dans l'eau. Vous sentirez, dans un moment, quelle a été la principale raison de ce procédé.

Il faut enfin des précautions dans les pesées mêmes, pour être sûr de l'équilibre vrai. Il faut avoir soin que le centre de gravité des masses qui font équilibre, corresponde avec les centres des bassins; et comme il se pourroit qu'il y eût quelque inégalité dans les deux bras de la balance, il faut se servir du même bras, et pour le corps qu'on veut peser, et pour le contre-poids qu'on emploie. On cherche donc d'abord l'équilibre entre le corps à peser et une masse quelconque; on ôte le corps à peser du bassin qui le contenoit, et on lui substitue le contre-poids, qu'on rend égal à la masse équilibrante: l'égalité de ce contre-poids et du corps à peser est conséquemment déterminée d'une manière sûre, et absolument indépendante de la parfaite égalité des bras de la balance, qu'il est si rare de pouvoir obtenir.

Les pesées dans l'air forment la partie la moins difficile de l'opération. Le milieu de cinquante-trois expériences, dont les extrêmes ne diffèrent pas de quarante-cinq millionièmes parties, a donné pour ce poids 11,4660055 unités. Quoique ce cylindre ait été pesé dans l'air, ce poids est exactement celui qu'il auroit étant pesé dans le vide, parce que, d'une part, le contre-poids employé est de la même matière que le cylindre, et par conséquent est, à poids égal, de même volume que la partie solide de ce corps; et que, de l'autre, l'action de l'air qui soutiendroit le reste du volume apparent de ce cylindre creux, est détruite par la communication qu'on a laissée entre l'air intérieur du cylindre et l'atmosphère : de sorte que, si l'on transportoit dans le vide tout l'appareil d'une balance à laquelle seroient suspendus, d'un côté le cylindre, de l'autre le contre-poids, l'équilibre qui auroit lieu dans l'air n'y seroit pas détruit.

Il est bien plus difficile (et tous les physiciens en conviendront aisément) de peser le cylindre dans l'eau que dans l'air; et cependant les extrêmes de trente-six pesées n'ont varié que de quarante - cinq millièmes parties, tant on a employé de soins et de dextérité; et leur terme moyen a donné, pour le poids *apparent* du cylindre dans l'eau, 0,209419 parties de l'unité. Je dis le poids *apparent;* car le poids vrai diffère, par plusieurs raisons, de celui que nous venons d'énoncer : en voici les preuves.

Premièrement, l'air soutient le contre-poids, et ne

soutient pas le corps plongé dans l'eau : si donc on transportoit l'appareil dans le vide, ce contre-poids, perdant son support, se trouveroit trop fort de toute la quantité dont il a été soutenu, c'est-à-dire, du poids de l'air sous un volume égal : première réduction.

Secondement, ce poids apparent n'exprime pas seulement le poids que le cylindre a dans l'eau, mais en outre le poids de l'air contenu dans le creux du cylindre. Il faut donc retrancher celui-ci pour obtenir le poids du cylindre seul : seconde réduction.

Troisièmement, ce poids n'est encore que relatif, tant qu'on ne fait pas attention à l'état dans lequel l'eau se trouve, et qu'on ne détermine pas pour celle-ci un état constant. L'eau, comme tous les corps, se dilate par la chaleur, se condense par le froid; et un même volume d'eau se trouve par-là avoir différens poids à différentes températures. C'est pourquoi l'Académie des sciences a choisi une température constante, celle de la glace fondante : c'est aussi à peu près à cette température qu'ont été faites les expériences dont nous venons de rendre compte. Mais, quelques soins que se soient donnés les citoyens Lefévre-Gineau et Fabroni, en entourant le vase qui contenoit l'eau, d'une grande quantité de glace pilée, et renouvelant fréquemment celle-ci, ils n'ont jamais pu parvenir à faire descendre le thermomètre centigrade au-dessous de deux dixièmes de degré; et la température moyenne de l'eau, pendant le cours de leurs expériences, a été de $\frac{3}{10}$.

Mais cette règle générale, que les corps se condensent

à mesure que leur température s'abaisse, n'est vraie qu'autant que ces corps ne changent pas de nature : au moment où ils en changent, toute loi de continuité cesse; et l'on sait que l'eau est bien près d'en changer lorsque le thermomètre est à la glace fondante, ou un peu au-dessous de ce point, puisqu'il suffit d'une légère augmentation de froid pour la faire passer de l'état de corps fluide à celui de solide. Mais elle se dilate au moment de sa congélation ; et si rien ne se fait par saut, cette dilatation ne commence-t-elle pas avant la congélation même? Les expériences de Deluc paroissoient annoncer qu'elle a lieu dès le cinquième degré, c'est-à-dire que là seroient la limite de la condensation, le point qui sépare la condensation de la dilatation, celui où l'eau est à son *maximum* de densité. Cet objet étoit trop important pour qu'on ne fît pas les recherches nécessaires pour le déterminer; et c'est sur-tout sur ce point que l'on doit beaucoup au zèle et aux lumières du citoyen Tralles, qui a profondément discuté tout ce qui y a rapport. En effet, les expériences du citoyen Lefévre-Gineau ont fourni les moyens de parvenir à un résultat précis. Ce physicien, desirant lui-même de connoître ce qui pouvoit avoir lieu sur cette matière, avoit eu l'attention de faire des pesées très-exactes, non seulement aux environs du point de la glace fondante, mais encore à des températures plus élevées : on les a examinées, combinées entre elles ; on en a calculé les résultats, et il a été prouvé que le corps plongé dans l'eau est d'autant plus soutenu par ce fluide que celui-ci se refroidit davantage,

et cela jusque vers le quatrième degré ; mais que, passé ce terme, il l'est graduellement moins à mesure que la température approche du terme de la glace : d'où il suit que l'eau se condense jusqu'à un certain degré, et se dilate ensuite passé ce terme ; point de physique important, qui ne peut plus être sujet au doute. Et c'est ainsi que des expériences bien faites présentent toujours des résultats intéressans, souvent même nouveaux ; mais ce n'est que l'homme de génie qui les entrevoit, que le mathématicien qui peut les saisir avec précision et en calculer la valeur. Il y a plus : cette vérité, directement constatée par les pesées, c'est-à-dire, par les poids successivement plus grands jusqu'à un certain terme, et puis graduellement plus petits, que perd le corps plongé dans l'eau, méritoit d'être confirmée par l'évaluation immédiate des condensations ou des dilatations mêmes. Le citoyen Lefévre-Gineau a encore fait, sur ce sujet, des expériences qui seront publiées en détail. Elles sont infiniment précieuses pour notre objet, puisqu'elles nous prouvent que la nature nous présente un état de l'eau non seulement constant, mais même *unique*, celui où elle a un *maximum* de densité : d'où il suit que cet état unique seul doit servir de mesure aux autres, qui sont variables. Aussi la commission n'a-t-elle pas hésité à l'employer, et à retrancher encore du poids apparent primitivement fixé, $\frac{144}{10000}$ parties de l'unité, que le corps perd de plus lorsque l'eau est à son *maximum* de densité, que lorsqu'elle est à $\frac{3}{10}$ au-dessus de la glace ; et c'est-là une troisième réduction : réduction

nouvelle, importante, et absolument indépendante de la connoissance de la température. Toutes ces réductions donnent pour le vrai poids du cylindre dans l'eau distillée, prise au *maximum* de sa densité, 0,1953268 parties de l'unité.

Tel est le résultat des pesées ; il ne s'agit plus que d'en déduire les conclusions.

Si l'on retranche le poids du cylindre pesé dans l'eau, du poids qu'il a étant pesé dans l'air, et qui, comme nous l'avons dit, est le même que celui qu'il auroit eu pesé dans le vide, on trouvera que ce poids est de 11,2706787 unités ; et c'est-là le poids de l'eau distillée, prise à son *maximum* de densité, et contenue sous un volume égal à celui du cylindre. Mais quel est ce volume? Nous vous avons dit ci-dessus qu'il étoit de 11 décimètres cubes et $\frac{29}{100}$ (1) ; mais, dans la pesée, le volume a changé, il n'est plus celui que nous venons d'énoncer. En effet, le cylindre avoit ce volume à la température de 17° $\frac{1}{4}$; mais il étoit à la température de $\frac{3}{10}$ quand il a été pesé dans l'eau : il a donc éprouvé une contraction, une diminution de volume, à laquelle il faut faire attention, et que le résultat de l'expérience sur la dilatation du laiton nous met en état de calculer. D'un autre côté, le volume a acquis une petite augmentation, parce qu'une partie du tube auquel on le suspendoit plongeoit dans l'eau ; augmentation à laquelle on a eu égard. Ces deux considérations ont réduit le

(1) Exactement 11,2900055.

volume primitif à 11,2796203 décimètres cubes, et c'est-là le volume d'eau qui pèse 11,2706787 unités : d'où il est aisé de conclure qu'un seul *décimètre cube d'eau* réduite à son *maximum* de densité, pèse 0,9992072 parties de l'unité; poids qui constitue ce qu'on nomme, dans le nouveau systême métrique, le *kilogramme; kilogramme* vrai, et qui se trouve déterminé par une suite d'expériences, de calculs et de réductions, auxquels on ne se seroit peut-être pas attendu au premier abord.

Mais quel est le rapport de ce poids arbitraire que nous avons nommé *unité*, aux anciens poids? C'est une dernière question qu'il s'agit de résoudre. On s'est servi de ce corps précieux, et respectable même par son antiquité, qu'on nomme *la pile de Charlemagne*, et dont le poids est de cinquante marcs. Le citoyen Lefévre-Gineau a pesé itérativement, et avec le plus grand soin, ces cinquante marcs, c'est-à-dire cette pile entière, et il a trouvé qu'elle est égale à 12,2279475 unités : d'où il résulte que chaque unité est égale au poids de 18842,088 grains poids de marc; et que le vrai *kilogramme*, le poids d'un décimètre cube d'eau distillée, prise à son *maximum* de densité, et pesée dans le vide, ou *l'unité de poids*, est de 18827,15 grains, ou de 2 livres 5 gros 35,15 grains (1).

(1) Comme les physiciens se sont beaucoup occupés de fixer le poids d'un pied cube d'eau distillée, nous ajouterons que, d'après ces expériences, le pied cube d'eau distillée, prise à son *maximum* de densité, est de 70 livres 223 grains; qu'il pèse 70 livres 141 grains, si on prend l'eau à la température de $\frac{3}{10}$

Si la pile dite *de Charlemagne* avoit été faite avec une précision rigoureuse, le marc unique creux et le marc plein, qui en font partie, seroient égaux entre eux, et chacun d'eux seroit égal à la cinquantième partie de la pile entière. Mais quoique cette pile ait été faite avec soin, et avec une exactitude à laquelle on ne s'attendroit peut-être pas dans un monument de ce genre du quatorzième siècle, où l'on prétend que ce poids a été fait ou renouvelé, le marc creux et le marc plein diffèrent, et entre eux, et de la cinquantième partie du total, d'une quantité petite à la vérité, mais néanmoins réelle et sensible (1). Le *marc* que le célèbre Tillet a employé en 1767, dans le grand travail qu'il fit alors pour la comparaison des poids employés dans plusieurs parties de la France et dans d'autres pays (*marc* que la commission a eu occasion de vérifier, puisque l'un de ses membres, le citoyen Brisson, en possède un qui lui a été fourni par Tillet même), est encore différent de ceux dont nous venons de parler. Les marcs employés dans le commerce se trouveront donc différer entre eux, selon les étalons d'après lesquels ils auront été faits;

---

de degré, et qu'il seroit de 70 livres 130 grains, si on prenoit l'eau à la glace fondante.

(1) Le marc, supposé la cinquantième partie de la pile entière, a été trouvé de . . . . 0,2445589 unité.

Le marc creux 0,2445127

Le marc plein 0,2444675

Ainsi les différences sont, entre le marc pris de la pile entière et le marc creux, de 0,87 grain; entre le même et le marc plein, de 1,72 grain; entre le marc creux et le marc plein, de 0,85 grain.

différence qui, en prouvant, d'un côté, que jusqu'à ce jour on n'a pas eu de poids uniformes, et qu'il est temps de remédier à un inconvénient aussi grave, fait voir, de l'autre, que dans l'évaluation qu'elle fait du kilogramme en poids anciens, la commission doit s'en tenir au marc moyen de la pile de Charlemagne. C'est aussi à ce marc moyen qu'on a comparé le kilogramme provisoire, qui avoit été fixé, d'après les expériences des citoyens Lavoisier et Haüy, à 18841 grains.

Tel est le précis des expériences qui ont été faites pour les déterminations de l'unité de poids, seconde base essentielle du système métrique. Dignes émules des citoyens Méchain et Delambre, les citoyens Lefévre-Gineau et Fabroni ont contribué avec eux, comme à l'envi, chacun dans la partie qui lui a été confiée, à la perfection d'un système métrique, attendu depuis long-temps avec impatience par tous ceux qui attachent de l'importance au bien-être de la société, à la facilité des opérations de commerce, à leur intégrité, et à tout ce qui peut contribuer à en bannir les fraudes, les voies obliques, et ces manœuvres si fréquentes, mais non moins condamnables, fondées uniquement sur les différences réelles qu'il y a entre des mesures qui portent le même nom, et que néanmoins on fait tacitement passer pour égales; différences sur lesquelles la plupart des hommes ne sont ni ne peuvent être instruits.

Il nous reste à vous présenter les étalons que la commission des poids a fait faire, et à vous proposer quelques réflexions intéressantes sur ce sujet.

Commençons par l'étalon du mètre.

Nous avons dit que le mètre, la dix-millionième partie du quart du méridien, est de 443 l. $\frac{296}{1000}$ de la toise du Pérou. Une ligne mathématique qui auroit cette longueur, seroit donc le mètre, un mètre mathématique, idéal, et à l'abri de toute variation. Mais il s'agit d'un étalon, c'est-à-dire, d'un mètre, si je puis m'exprimer ainsi, *matériel*, *physique*, qui représente le mètre idéal dont nous venons de parler. La loi du 18 germinal an 3 fixe la matière dont ce mètre étalon doit être fait. « Ce » sera, dit l'article II, une règle de platine sur laquelle » sera tracé le mètre : cet étalon sera exécuté avec la » plus grande précision, d'après les expériences et les » observations des commissaires chargés de sa déter- » mination, et il sera déposé près du Corps législatif, » ainsi que le procès-verbal des opérations qui auront » servi à le déterminer ». Et l'article III nomme cet étalon, *l'étalon prototype*. La commission a donc employé le platine, conformément à la loi. Mais ce métal, comme tous les autres corps, éprouve des variations de longueur par celles de température : ainsi un mètre fait de platine ne sauroit avoir dans tous les temps la longueur du mètre idéal, comme aussi des mètres faits de différens métaux ne sauroient être égaux entre eux à toutes les températures ; il n'en est qu'une à laquelle ils le sont et peuvent l'être. Ces différences tiennent à la nature même des choses, et sont hors de la puissance de l'homme ; ce qui lui reste, c'est la faculté de tout réduire à un terme constant et invariable. Ce terme

dépend ici du degré de température qu'on choisira, pour donner exactement au mètre de platine la longueur de la dix-millionième du quart du méridien terrestre déterminée ci-dessus, et au degré de température auquel tous les mètres, de quelque matière qu'ils soient faits, seront exactement égaux entre eux et à celui-ci. La commission, en suivant l'esprit du système métrique proposé par l'Académie et adopté par la loi, a choisi la température de la glace fondante, ou ce que nous nommons le *zéro* de nos thermomètres; température constante. C'est donc à cette température que l'étalon de platine a été rendu égal à 443 l. $\frac{296}{1000}$ de la toise du Pérou, cette toise étant supposée à 16° $\frac{1}{4}$, comme il a été dit ci-dessus.

Nous présentons à l'Institut, au nom de la classe des sciences mathématiques et physiques, le mètre en platine destiné à être offert au Corps législatif, et à y rester en dépôt. Il a été fait, comme tous les autres, par l'excellent artiste Lenoir, sous la direction des membres de la commission qui ont été nommés pour suivre cet objet; et il a été vérifié avec le plus grand soin, et avec des précautions qui seront constatées par un procès-verbal. Cet étalon sera, sans doute, conservé avec le même soin, je dirois volontiers, avec ce même respect religieux avec lequel on a conservé *la pile de Charlemagne* pendant cinq siècles, au bout desquels ce précieux monument se trouve n'avoir pas subi de changement. Mais, par sa nature même, cet étalon de platine ne doit servir que dans les cas, extrêmement

rares, où il s'agiroit de faire des vérifications très-importantes; il ne sauroit servir aux étalonnages ordinaires, et ne doit absolument pas être employé. Aussi la commission a-t-elle fait faire, avec le même soin et avec les mêmes précautions, des mètres de fer exactement égaux entre eux, et, à la température de la glace fondante, à celui de platine dont nous venons de parler. Nous en présentons quelques-uns à l'Institut : ils devront servir à étalonner les mètres destinés aux usages de la société, et ils portent aux deux extrémités des saillies en laiton pour les préserver de toute usure. Mais puisqu'aucun métal ne conserve constamment la même longueur, et que différens métaux éprouvent des changemens différens par les mêmes variations de température, il conviendroit de faire ces étalonnages au dixième ou au quinzième degré du thermomètre centigrade, puisqu'alors une variation de dix degrés dans la température, variation qui produit, ou le froid à peu près glacial, ou un assez grand degré de chaleur, ne feroit différer entre eux des mètres faits de différens métaux, que de $\frac{3}{100}$ de millimètre, s'ils sont, l'un de fer, et l'autre de platine; et de $\frac{6}{100}$ de millimètre, s'ils sont de laiton et de fer : à quoi nous croyons devoir ajouter que le mètre provisoire, qui a été fait en laiton, a été déterminé pour la température de 10 du thermomètre centigrade.

Nous présentons aussi les étalons des poids : d'abord, un kilogramme de platine, destiné pour le Corps législatif, et pour y être conservé avec les attentions les plus

scrupuleuses, sans qu'on en fasse jamais d'usage que pour les cas rares, d'une grande importance; ensuite plusieurs kilogrammes de laiton faits avec la même exactitude, égaux entre eux, et qui sont destinés aux usages civils et aux étalonnages ordinaires. Tous ces kilogrammes ont été faits par le citoyen Fortin.

Quoique ces deux kilogrammes, celui de platine et celui de laiton, soient l'un et l'autre des *kilogrammes vrais*, ils n'ont pas le même poids étant pesés à l'air, et ne doivent pas l'avoir : le kilogramme de laiton est le seul qu'il faille employer pour les pesées dans l'air. C'est un paradoxe que nous devons nécessairement vous expliquer : il tient uniquement à la différence des métaux, et l'explication sera aussi courte que simple.

Qu'est-ce qu'une masse de métal qu'on nomme *kilogramme?* C'est le représentatif d'une masse d'eau prise à son *maximum* de condensation, contenue dans le cube du décimètre, et pesée dans le vide. Nos deux kilogrammes de platine et de laiton, ces deux représentatifs d'une même masse d'eau, doivent donc avoir le même poids dans le vide : mais par-là même ils ne peuvent être égaux en poids que là, et doivent être inégaux dans l'air. Figurons-nous, en effet, qu'ils soient suspendus dans un récipient, mais dans l'air, à la balance la plus exacte et la plus mobile, et qu'ils soient dans un équilibre parfait : nous aurons, d'un côté, un volume, celui de laiton, d'un peu plus de six pouces cubiques; et de l'autre, un volume, celui de platine, de deux pouces $\frac{4}{10}$ seulement : c'est l'image

d'une expérience de physique que tout le monde connoît. Supposons qu'on fasse le vide dans ce récipient, c'est-à-dire, qu'on en fasse sortir l'air qui soutenoit les corps à raison de leur volume : qu'arrivera-t-il? Le kilogramme de laiton, perdant deux fois et demie plus de support que celui de platine, prévaudra; il se trouvera avoir plus de poids; et cet excès sera le poids de trois pouces et $\frac{6}{10}$ d'air qui formoient l'excès du support pour le laiton au-dessus de celui pour le platine, et conséquemment il sera de 1 gr. $\frac{2}{3}$. Au contraire, si le kilogramme de platine avoit été à l'air plus pesant de 1 gr. $\frac{2}{3}$, ou de 88 milligrammes et $\frac{4}{10}$, le kilogramme de laiton devenant dans le vide plus pesant de cette quantité, l'équilibre auroit été rétabli; et les deux masses auroient dans le vide le même poids, celui de la masse d'eau dont ils sont les représentatifs, et qui, comme nous l'avons dit ci-dessus, est exprimé dans le vide, comme dans l'air, par le contre-poids de laiton qu'on a employé dans le cours des expériences. Nous avons cru devoir faire cette observation, simple à la vérité, mais d'un genre assez délicat, pour expliquer par quelles raisons deux corps de différente densité, représentatifs l'un et l'autre d'une même masse d'eau, ou du *kilogramme vrai*, doivent nécessairement être inégaux en poids quand on les pèse à l'air, et pourquoi, puisque c'est dans ce fluide que nous faisons toutes nos pesées, la masse de laiton est la seule qu'on doit employer pour les étalonnages et pour représenter le *kilogramme primitif*.

Tels sont donc les étalons vrais des deux unités dans

le nouveau système métrique, celui de l'unité de longueur, et celui de l'unité de poids; ils seront sans doute conservés avec le plus grand soin. Mais tel est encore l'avantage du nouveau système métrique, avantage non accidentel, mais qui lui est vraiment essentiel, parce que son essence est d'employer des types de mesures pris dans la nature : c'est que, quand même tous les étalons viendroient à être détruits, anéantis, de sorte qu'il ne restât de tout le système d'autre trace que le seul souvenir que l'une des deux unités est la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre, et l'autre la masse d'eau prise à son *maximum* de densité et contenue dans le cube de la dixième partie de la première unité, on pourroit encore retrouver parfaitement leur valeur primitive. Il est aisé de sentir que, pour recouvrer celle des poids, il n'y auroit qu'à répéter les expériences du citoyen Lefévre-Gineau, et qu'à y mettre les mêmes soins et la même dextérité qu'il a employés; expériences pénibles, il est vrai, mais qu'on peut faire dans tous les temps, et par-tout, sans se déplacer. Il ne s'agiroit donc que de rétablir *le mètre;* et il ne seroit pas nécessaire pour cela de répéter une opération aussi difficile, aussi délicate, que celle que les citoyens Méchain et Delambre viennent de terminer. Il suffiroit d'exprimer dès à présent en parties du mètre la longueur du pendule simple, qui bat les secondes dans un lieu déterminé, et de donner aux expériences qui serviroient à fixer cette longueur un degré d'exactitude qui ne laissât rien à desirer. La longueur du pendule deviendroit par

là une *unité secondaire*, infiniment précieuse à tous égards; unité encore puisée dans la nature, et dont aucune cause destructive quelconque ne sauroit altérer la longueur. Aussi l'Académie des sciences avoit-elle parfaitement saisi cette idée; et un de ses premiers soins, en méditant sur le système métrique, a été de nommer des commissaires pour faire des expériences sur la longueur du pendule : elles ont été faites à l'observatoire national par les citoyens Borda, Méchain et Cassini, avec un appareil digne du génie de ceux qui l'ont imaginé, et à l'exactitude duquel il seroit difficile, pour ne pas dire impossible, de rien ajouter. C'est encore le citoyen Lenoir qui l'a exécuté. Borda a décrit ces expériences dans un mémoire dont il a présenté une copie à la commission, et qui sera imprimé. Nous nous contenterons de dire que par un milieu de vingt expériences, toutes faites avec une précision singulière, puisque ce milieu ne s'écarte pas d'un cent-millième des extrêmes, et discutées avec cette sagacité rare qui caractérisoit d'une manière si distinguée le citoyen Borda, dont nous pleurons encore amèrement la perte, cette longueur du pendule simple qui bat les secondes à Paris a été trouvée de $\frac{2549919}{10000000}$ du module, supposé à la glace fondante : d'où il est aisé de conclure que cette longueur est de $\frac{993827}{10000000}$ du mètre. Il sera donc toujours facile de retrouver le mètre en déterminant à Paris la longueur du pendule simple; il seroit même très-avantageux, pour le perfectionnement des sciences physiques, que la longueur fût déterminée avec la plus grande exactitude

pour plusieurs endroits, et principalement au bord de la mer, sous la latitude du quarante-cinquième degré. L'Académie des sciences, qui sentoit toute l'importance dont cette expérience pouvoit être, l'avoit proposée comme devant couronner cette grande opération, et lui servir de complément : espérons qu'elle pourra être exécutée sous peu, comme elle mérite de l'être.

Tel est, citoyens, le résumé général de ce qui a été fait pour la détermination des bases du système métrique, et des conclusions les plus générales déduites d'une opération qui fera époque dans l'histoire des sciences. La commission des poids et mesures a fait tous ses efforts pour remplir la tâche qui lui avoit été prescrite, d'une manière qui pût mériter votre approbation, comme elle a obtenu celle de la classe des sciences physiques et mathématiques. Il ne nous reste qu'à former des vœux pour que ce beau système métrique s'établisse dans la République française entière avec toute la célérité que son bien-être, la nature des choses et la prudence pourront permettre; qu'il soit adopté par tous les peuples de la terre, et qu'il serve à faciliter leurs liaisons commerciales, à en assurer l'intégrité, et à resserrer entre eux les nœuds fraternels qui devroient les unir. Puisse une paix aussi glorieuse qu'elle est ardemment desirée, hâter le moment de cette union, et assurer à l'Europe entière un état heureux et tranquille!

CHIMIE.

RAPPORT
FAIT
A L'INSTITUT NATIONAL,

Sur les résultats des expériences du citoyen Clouet *sur les différens états du fer et pour la conversion du fer en acier fondu.*

Le citoyen Guyton lit le rapport suivant :

La classe des sciences mathématiques et physiques avoit déja entendu avec intérêt le résultat des expériences du citoyen Clouet, l'un de ses associés, sur la fusion de l'acier, lorsque le ministre de l'intérieur, par sa lettre du 28 floréal dernier, a demandé à l'Institut national de lui faire connoître de quelle utilité pouvoit être cette découverte ; et vous nous avez chargés, le citoyen Darcet et moi, d'en faire un examen plus approfondi, pour vous mettre en état de répondre aux vues du gouvernement.

Nous commencerons par jeter un coup d'œil sur ce que l'art possède, en cette partie, de connoissances exactes et de pratiques sûres ; nous analyserons ensuite

le travail du citoyen Clouet; nous rapporterons enfin les expériences que nous avons jugées nécessaires pour déterminer notre opinion.

§. Ier.

Depuis que les recherches de Réaumur avoient éclairé la pratique de la fabrication de l'*acier de fonte* et de l'*acier par cémentation*, la théorie de la conversion du fer en acier n'étoit pas plus avancée, malgré les belles et nombreuses expériences de Bergman, de Rinman, de Priestley, etc. Elle ne pouvoit naître avant que la méthode des analyses exactes eût fait renoncer à l'habitude de tout expliquer par le phlogistique de Stahl. Il n'y a pas plus de douze ans que l'on sait bien certainement que c'est le carbone qui, suivant diverses proportions, constitue le fer en état de fonte grise, de fonte blanche et d'*acier*. Cette époque est fixée par la publication du travail fait en commun par les citoyens Vandermonde, Berthollet et Monge (1); et le rapprochement de tous les faits qui appuient cette conclusion se trouve à l'article *Acier* du dictionnaire de chimie de l'*Encyclopédie méthodique*.

Cependant les Anglais, qui nous avoient long-temps fourni l'acier de cémentation, restoient encore en possession de fabriquer exclusivement, pour toute l'Europe, une troisième espèce d'acier connue sous le nom d'*acier fondu*, dont l'invention ne remonte pas au-delà de 1750,

(1) *Mémoires de l'Académie des sciences*, année 1786.

et dont l'usage, quoique restreint à un certain nombre d'instrumens et d'ouvrages fins, ne laisse pas de former une branche précieuse d'industrie.

Ce n'est pas que l'on ait méconnu l'avantage de la naturaliser parmi nous. Sous l'ancien régime, le gouvernement a plusieurs fois accordé des encouragemens à ceux qui lui en faisoient concevoir l'espérance. Jars nous avoit donné, dans ses *Voyages métallurgiques*, la manière dont cette opération se pratiquoit à Sheffield, dans la province d'York, à la réserve de la composition du flux, dont on faisoit un secret. Une foule d'expériences avoient mis sur la voie de le découvrir. Il est peu de chimistes qui n'aient obtenu dans leurs fourneaux des culots de cinq à six décagrammes d'acier parfaitement fondu; nous pourrions citer à ce sujet nos propres observations : le citoyen Chalut, officier d'artillerie, s'étoit convaincu que toute espèce de verre pouvoit être employée dans cette opération, excepté le verre où il entroit du plomb et de l'arsenic (1); et dès 1788 le citoyen Clouet avoit lui-même fait connoître, par le *Journal de physique*, des essais propres à démontrer la possibilité de fondre l'acier, et même de convertir, par une seule opération, le fer en acier fondu.

S'il est vrai de dire qu'il y a loin de ces expériences de laboratoire à un procédé susceptible d'être introduit tout de suite avec avantage dans des ateliers de fabrication, quelques essais faits plus en grand ne donnoient

(1) *Annales de chimie*, t. XIX, p. 38.

guère plus d'espérances de succès; la plupart des auteurs usant du droit qu'ils avoient de se réserver le secret de leur invention, il étoit impossible d'en apprécier la valeur par l'application des principes; et la manière dont ces essais ont été faits et décrits, n'a permis le plus souvent que de desirer de nouvelles expériences pour porter un jugement assuré. Telles furent, entre autres, les conclusions du citoyen Berthollet dans son rapport du 30 juin 1785, et des citoyens Lavoisier et Hassenfratz dans leur rapport au bureau de consultation, le 11 prairial an 1er (30 mai 1793), sur les procédés du citoyen Laplace; procédés qui d'ailleurs paroissent plutôt faire dépendre la qualité de l'acier de la qualité même du fer bonifié par sa méthode, que d'une nouvelle manière d'opérer la conversion, et sur-tout de fabriquer ce que l'on nomme proprement *acier fondu*.

Aussi voyons-nous que dans l'avis sur la fabrication de l'acier, rédigé et publié la même année, en exécution d'un arrêté du comité de salut public, les citoyens Vandermonde, Monge et Berthollet, bien instruits de toutes les tentatives qui avoient pu être faites sur ce sujet, après avoir résumé tout ce qu'ils croyoient pouvoir servir à en diriger de nouvelles par rapport à l'acier fondu, déclarent qu'ils ne peuvent présenter que des conjectures sur la manière de donner à l'acier fondu une dureté extraordinaire, et un grain parfaitement uniforme dans toute la masse (1).

---

(1) *Annales de chimie*, t. XIX, p. 39.

Enfin nous ne connoissons pas encore en France d'établissement, non seulement qui aspire à mettre dans le commerce étranger ses produits d'acier fondu en concurrence avec ceux des fabriques anglaises, mais même qui fournisse à la consommation des ateliers de la République, qui, pour les ouvrages qui exigent cette qualité, sont obligés de le payer d'autant plus cher qu'il devient plus rare.

Tel étoit l'état de nos connoissances et de nos pratiques industrielles sur cet objet, lorsque le citoyen Clouet a repris les expériences dont il s'étoit déja occupé, et a exécuté plus en grand à la maison du conservatoire et à l'école des mines, la fusion de diverses espèces d'aciers, et la conversion immédiate du fer en acier fondu.

Pour mettre la classe en état de juger ce que ces opérations peuvent ajouter d'important à la théorie de l'art et à l'augmentation de l'industrie nationale, nous allons lui présenter l'examen du mémoire qui nous a été remis par le citoyen Clouet, et nous mettrons sous ses yeux les produits des opérations et les instrumens qui en ont été fabriqués.

§. II.

Le mémoire du citoyen Clouet a pour titre, *Résultats des expériences sur les différens états du fer.*

Il s'occupe d'abord des combinaisons du fer et du charbon. Un trente-deuxième de charbon, dit-il, suffit pour rendre le fer acier; un sixième du poids du fer donne un acier plus fusible et encore malléable; passé

ce terme, il se rapproche de la fonte, et n'a plus assez de ténacité; en augmentant encore la dose de charbon, on augmente la fusibilité, et il passe enfin à l'état de fonte grise.

La fonte particulière résultant de la combinaison du fer et du verre est le second objet qui fixe l'attention du citoyen Clouet. Le verre n'y entre qu'en très-petite quantité; cependant les propriétés sont changées : ce fer, quoique très-doux à la lime, chauffé seulement au rouge-cerise, se divise sous le marteau; coulé dans une lingotière, il prend un retrait considérable; et quand on est parvenu à en former quelques lames, la trempe leur donne le grain d'acier et les rend plus cassantes, sans leur donner plus de dureté.

Le charbon en poudre, ajouté au verre, change le résultat et en augmente la fusibilité; mais la dose influe sensiblement sur la nature des produits. Depuis un trentième jusqu'à un vingtième sur une partie de fer, elle donne un acier très-dur à la trempe, qui se laisse forger au rouge-cerise, qui a toutes les propriétés de l'acier fondu: en employant plus de charbon, on n'a que des fontes semblables à celles des hauts fourneaux.

L'affinité du fer pour le carbone, continue le citoyen Clouet, est telle, qu'à une très-haute température, il l'enlève même à l'oxigène. Il le prouve par l'expérience suivante: Que l'on mette dans un creuset, du fer coupé en petits morceaux, avec un mélange de parties égales de carbonate de chaux et d'argile; que l'on porte la chaleur au degré nécessaire pour souder le fer; que l'on

soutienne ce feu pendant une heure ou plus, suivant la grandeur du creuset; la matière coulée dans une lingotière sera de l'acier semblable à l'acier fondu.

Nous verrons bientôt que c'est cette observation qui a conduit le citoyen Clouet dans la recherche d'un procédé applicable à la fabrication de cette espèce d'acier; mais nous devons nous borner ici à résumer les faits que renferme son mémoire.

Les oxides de fer sont également susceptibles de passer à l'état de fer doux, d'acier et de fonte, suivant les proportions de charbon qu'on emploie. L'oxide de fer noir, dont l'état paroît le plus constant, devient fer lorsqu'on le traite au creuset avec un volume égal de charbon en poudre; en doublant cette quantité, on a de l'acier. Une augmentation progressive lui donne les caractères de fonte blanche et de fonte grise.

Enfin le citoyen Clouet a observé les mêmes passages, et toujours dépendans des quantités respectives, en traitant

La fonte et l'oxide de fer,
La fonte et le fer forgé,
L'oxide de fer et le fer,
L'oxide de fer et l'acier.

Il ne faut qu'un cinquième de fonte pour rendre le fer acier.

Le fer et l'oxide ne s'unissent pas intimement; l'oxide noir, mêlé avec moitié moins de charbon qu'il n'en faut pour sa réduction, donne un fer doux, mais peu tenace, noir, et sans grain dans sa cassure.

Un sixième d'oxide ramène l'acier ordinaire à l'état

de fer, en les traitant ensemble soit à la forge, soit par la cémentation.

A la suite de ce mémoire, le citoyen Clouet a placé des observations sur la manière de produire les aciers fondus, et sur les fourneaux propres à cet effet.

Il détermine les conditions des fondans, le degré de feu, la qualité des creusets, les précautions pour la coulée dans la lingotière, la manière de forger cette espèce d'acier, les procédés à suivre pour des essais à une forge ordinaire sur 2 kilogrammes de matière, et les proportions à donner à un fourneau de réverbère pour opérer à la fois dans quatre creusets contenant chacun de 12 à 13 kilogrammes d'acier.

Il remarque que l'on ne peut employer directement avec avantage les ingrédiens des verres salins, à la différence des flux terreux; que les verres trop fusibles rendent l'acier difficile à forger; que l'acier, tenu trop long-temps en fusion, prend plus de verre qu'il ne lui en faut; enfin, que la matière doit être remuée, et le verre enlevé avec soin avant la coulée, pour qu'il ne se mêle pas avec l'acier.

Après vous avoir donné le précis des observations du citoyen Clouet, et des conséquences pratiques qu'il en tire, il ne resteroit plus à vos commissaires qu'à mettre sous vos yeux quelques-uns des produits de ses opérations, s'ils n'avoient cru devoir y joindre les résultats des expériences qu'ils auroient faites eux-mêmes, en suivant ses procédés, pour la conversion immédiate du fer en acier fondu, et dont il importe de décrire en même temps les principales circonstances.

§. III.

Les membres du conseil des mines nous ayant permis de nous servir de la forge établie dans leur laboratoire, on mit dans un creuset de Hesse, luté à l'extérieur, six hectogrammes de rognures de clous de maréchal, et quatre de mélange, à parties égales, de carbonate de chaux (marbre blanc) et d'argile cuite, provenant d'un creuset de Hesse; le tout réduit en poudre. Le mélange fut tassé, pour environner de toutes parts les rognures de clous, et le creuset placé sur sa tourte au milieu de la forge, dont le feu est animé par trois tuyères.

Dans un premier essai, on reconnut, après une heure et demie environ, que la matière étoit fondue; mais le creuset, ouvert d'un côté presque en toute sa longueur, ne permit pas de la couler.

L'opération répétée à la même forge et de la même manière, a donné le lingot dont nous mettons une portion sous les yeux de la classe, et qui forme un barreau carré de 26 à 27 millimètres de chaque face; il porte le n° 1.

Les accidens fréquens et presque inévitables que les creusets éprouvent sous le coup de vent des soufflets, nous ont fait regarder comme un point important d'acquérir la certitude que l'opération réussiroit également dans les fours à réverbère ou tout autre fourneau à vent, comme l'annonce le citoyen Clouet.

Nous fîmes d'abord usage du fourneau Macquer de

l'un des laboratoires de l'école polytechnique. Quoique son état de dégradation ne nous permît pas d'espérer tout l'effet des principes de sa construction, une pièce pyrométrique placée dans un creuset séparé indiqua que la chaleur avoit été portée à 151 degrés : le creuset ne parut ni percé, ni fendu; cependant la fusion fut incomplète, et même une portion du fer resta à nu au-dessus de la matière vitreuse, sans qu'il ait été possible d'en connoître la cause.

Nous prîmes alors la résolution de répéter l'expérience au fourneau des fondeurs; le citoyen Lecour, essayeur à la Monnoie, voulut bien nous laisser opérer dans celui qui est établi dans son laboratoire : le succès a surpassé ce que nous en attendions, vu le peu de capacité de ce fourneau. La description détaillée de cette opération nous paroît le meilleur moyen de satisfaire à la demande du gouvernement, puisqu'il s'agit d'établir la possibilité d'une grande fabrication, et de donner, d'après l'observation, les bases de ce nouvel art.

Nous nous sommes rendus, le 2 de ce mois, au laboratoire du citoyen Lecour à la Monnoie, avec notre collègue Vauquelin, qui a été témoin ou plutôt coopérateur de tous nos essais.

Le fourneau à vent mis à notre disposition est construit en briques; son foyer est un espace carré de 25 centimètres de chaque face intérieure, de 45 de hauteur, terminé en bas par une grille composée de sept barreaux carrés de 27 millimètres, et élevée de 25 centimètres au-dessus du sol du cendrier.



Coupe du Fourneau à vent
qui a servi à l'expérience
sur l'Acier fondu,
du 2 Messidor An 6.

1

2 Mètres

Sellier Sc.

Le foyer est surmonté d'une chape de fer posée à charnière, inclinée en arrière d'environ 25 degrés (1).

Le tuyau qui termine ce fourneau, est également construit en briques; il commence au-dessus de l'ouverture de la chape: il forme d'abord un carré de 25 centimètres de chaque face intérieure, qui se rétrécit en montant; de sorte qu'à l'extrémité il n'en a plus que 20. Ce tuyau s'élève, en s'inclinant contre le mur, à 13 décimètres de hauteur. Là, il s'abouche dans une grande cheminée élevée d'environ 15 mètres, dont la largeur excédante se ferme par une trappe jouant à crémaillère, lorsque le fourneau est en travail.

On avoit mis d'avance dans un creuset de Hesse (de 15 centimètres de hauteur, de 8 de diamètre), 367 grammes de petits clous de fer de trait, et 245 grammes de mélange de carbonate de chaux et d'argile cuite: ce creuset fut placé sur sa tourte, au milieu de la grille.

A l'un des angles du fond, on mit un petit creuset de kaolin, garni de son couvercle, renfermant deux pièces pyrométriques de Wedgwood, provenant de deux boîtes différentes. Nous prévoyions bien que, dans cette position, elles ne recevroient pas le même degré de chaleur que le creuset placé au centre; mais c'étoit un moyen d'estime qui n'étoit pas à négliger.

Le feu fut allumé vers les dix heures et demie, en observant de le conduire d'abord très-lentement; à une heure, on jugea la fusion complète; on enleva la

(1) Voyez le plan ci-joint.

partie vitreuse, et on coula dans la lingotière. Une partie de la matière resta figée dans le creuset, parce qu'on mit trop de temps à enlever les dernières portions de verre; peut-être aussi, parce qu'il eût fallu un quart d'heure de feu de plus : mais la portion moulée (marquée n° 2) ne laisse aucun doute, par sa forme et par son grain, d'une bonne fusion et d'une conversion parfaite.

Des deux pièces pyrométriques placées à l'angle du fourneau, l'une a marqué 136 degrés, et l'autre 140; ce qui peut faire juger que la matière du grand creuset a subi une chaleur d'environ 150 degrés.

L'acier fondu, dit Perret dans son mémoire couronné par la Société des arts de Genève (1), *est jugé intraitable par beaucoup de forgerons; il est possible cependant de s'en rendre maître avec des attentions et de l'adresse.*

Celui du citoyen Clouet exige les mêmes précautions qui tiennent à sa nature particulière; et le barreau marqué n° 3 fournit la preuve qu'il peut aussi être forgé, et que dans cet état, sans que son grain soit affiné par la trempe, il soutient la comparaison de l'acier fondu anglais. On a encore soumis à l'épreuve de la forge un petit morceau provenant de la fusion au fourneau à vent; le grain de sa cassure, après avoir été forgé, a pleinement confirmé le jugement que nous en avions porté à la coulée : il est marqué n° 4.

Les lingots présentent presque toujours, dans leur cassure, de petites cavités que l'on pourroit croire sus-

(1) Page 64.

ceptibles de produire des défauts à la forge ; mais comme elles sont nettes et exemptes de toute matière étrangère, elles ne forment aucun obstacle à la réunion de toutes les parties. Il sera d'ailleurs facile de prévenir cet accident par un refroidissement plus lent dans la lingotière ; ce qui arrivera tout naturellement, quand on opérera sur de plus grandes masses.

Je ne dois pas omettre que cet acier, lorsqu'il est forgé en barres, se trouve également dans la condition que Rinman (1) indique comme un des caractères de l'acier fondu. Sa pesanteur spécifique est à celle des aciers les plus fins, mais non fondus, dans le rapport de 7,917 à 7,79.

Quelque concluans que soient ces résultats, il semble qu'il y manqueroit quelque chose, si l'on ne produisoit en même temps un exemple de ce que peut faire avec cet acier une main habile et exercée à traiter l'acier fondu anglais, pour la fabrication des instrumens auxquels il donne tant de supériorité : nous avons la satisfaction de pouvoir vous offrir encore cette preuve de l'utilité de la découverte du citoyen Clouet.

Un barreau d'acier provenant de la fonte faite au dépôt des machines du conservatoire, a été remis par le citoyen Molard au citoyen Lepetitwalle, qui tient la manufacture nationale de rasoirs d'acier fin établie aux Quinze-vingts, faubourg Antoine. Il en a fabriqué trois rasoirs ; savoir, deux sans aucune préparation,

---

(1) Dictionnaire de chimie de l'*Encyclopédie méthodique*, t. I, p. 442.

dont les lames portent ces mots, *aux* 15-20, suivis d'une croix et d'une étoile; le troisième, pris dans le même barreau, après en avoir enlevé les *apperçus* (c'est le nom qu'on donne aux petites fissures que l'on découvre à la surface et sur les arêtes), porte la même marque suivie seulement d'une étoile. Cet artiste a déclaré, dans un rapport signé de lui, que « le dernier » a été fabriqué avec toute facilité, vu la douceur et la » qualité de la matière;... qu'il peut soutenir la compa- » raison des beaux aciers anglais nommés *Marschall* » et *B. Huntsman*, et qu'ils sont tous les trois supérieu- » rement bons pour les barbes quelconques. »

Nous le mettons sous les yeux de la classe, pour qu'elle puisse apprécier par elle-même la vérité de ce témoignage.

§. IV.

Jusqu'ici nous nous sommes renfermés dans l'examen des procédés et des produits qui ont plus particulièrement attiré l'attention du gouvernement; mais nous ne pouvons terminer ce rapport, sans indiquer en peu de mots les vérités de théorie qui en découlent.

Il est reconnu que le fer ne devient acier qu'en prenant environ 0,2013 de son poids de carbone : il n'en trouve ici qu'en état d'acide carbonique; cet acide est donc décomposé. Voilà un phénomène bien important que l'observation du citoyen Clouet ajoute aux preuves de la doctrine des chimistes français.

Mais comment s'opère cette décomposition ? Elle résulte manifestement de l'affinité éventuelle ou prédis-

posante qu'une portion du fer exerce sur l'oxigène de l'acide, en même temps que le reste du fer tend à s'unir avec le carbone; et le concours de ces forces décide une séparation à laquelle on ne se seroit pas attendu, qui n'eût pas été possible en effet par affinité simple. Aussi voit-on toujours, dans cette opération, le flux vitreux chargé d'oxide de fer; sa présence s'y décèle par une couleur verte très-foncée. L'expérience dans laquelle le fer n'a pas fondu, nous a mis à portée de vous en offrir la preuve.

De là on pourroit peut-être inférer que cette oxidation indispensable d'une portion de fer occasionne dans le produit un déchet d'autant plus important, que l'on ne doit employer dans cette opération que du fer de la meilleure qualité : cette considération a appelé notre attention sur ces déchets, pour pouvoir donner au moins un apperçu sur leur limite probable. Dans l'opération faite au fourneau à vent, le déchet n'a pas été tout-à-fait d'un douzième : dans une autre expérience faite à la forge de l'école des mines, sous les yeux du citoyen Vauquelin, il n'y a eu sur 428 grammes de fer qu'une perte de 19 grammes; c'est-à-dire, moins d'un vingt-deuxième. On peut donc être rassuré sur cette perte, qui sera bien compensée par la valeur qu'acquerra le reste de la matière, et qui, loin d'augmenter, ne peut que diminuer dans le travail en grand; car il est évident qu'elle est produite, pour la plus grande partie, par une scorification accidentelle, et toujours plus dans la proportion des surfaces que des masses.

Il nous reste à faire sur le procédé en lui-même une remarque qui nous paroît propre à en faire sentir la supériorité sur tous ceux mis jusqu'à présent en usage pour la conversion du fer en acier. On sait que la grande difficulté est de lui faire prendre la juste dose de carbone : au-dessous, on n'a qu'un acier mou ; au-dessus, c'est un acier sursaturé presque à l'état de fonte, et aussi intraitable. La quantité ne seroit-elle pas ici déterminée par le concours même des forces d'affinité qui opèrent la décomposition de l'acide carbonique ? Le degré de saturation seroit alors toujours constant, le produit toujours uniforme ; et l'on sent combien cette condition, que nous ne donnons encore que comme probable, mettroit de prix à la nouvelle méthode.

CONCLUSION.

D'APRÈS ces réflexions et les faits exposés dans ce rapport, nous concluons,

Que les observations du citoyen Clouet sur les différens états du fer répandent un nouveau jour sur la manière de traiter ce métal ;

Que la conversion immédiate du fer doux en acier fondu, sans employer le charbon, et par la décomposition de l'acide carbonique, est une découverte aussi importante à l'avancement de la théorie des affinités chimiques, qu'elle est précieuse pour l'accroissement de l'industrie nationale ;

Que, par les travaux du citoyen Clouet, les procédés

de ce nouvel art se trouvent déja déterminés de manière à ne laisser aucun doute sur leur réussite dans une grande fabrication ;

Que l'acier qui en provient, forgé en barres, a tous les caractères extérieurs et les qualités intrinsèques de l'acier fondu anglais des fabriques de Huntsman et Marschall ; qu'il peut servir aux mêmes usages, et être introduit en concurrence dans le commerce, sans craindre qu'on puisse en faire quelque distinction à son désavantage ;

Qu'il est à desirer, pour assurer et accélérer les fruits de cette découverte, que le gouvernement se détermine à ordonner la fabrication de quinze ou vingt myriagrammes de cet acier, dont la valeur, au prix actuel, seroit à peu près l'équivalent de la dépense ;

Qu'en confiant au citoyen Clouet la conduite des premières fontes, il auroit une garantie de plus du succès ;

Enfin, que dans tous les cas la communication libre et sans réserve que le citoyen Clouet vient de faire de cette découverte, lui acquiert des droits à la reconnoissance de ses concitoyens et aux récompenses nationales.

Fait à l'Institut national des sciences et arts, le 16 messidor, an 6 de la République.

Ce rapport est approuvé.

Signé, Darcet, Guyton.

RAPPORT

SUR DES CRAYONS

D'UNE NOUVELLE INVENTION.

Le citoyen Conté, peintre et physicien, a présenté à la classe des sciences mathématiques et physiques de l'Institut, des crayons dont il est l'inventeur Son but a été de substituer aux crayons d'Angleterre et d'Allemagne, que la guerre a rendus plus rares et plus chers, de nouveaux crayons artificiels, qui, en multipliant nos ressources en ce genre, pussent en même temps affranchir la France d'un tribut qu'elle a payé jusqu'à présent à ses voisins, et créer une branche d'industrie trop peu ou trop mal cultivée jusqu'à ce moment dans la République française.

On sait que l'art imitatif en ce genre de travail se bornoit presque à mêler de la poudre grossière, quelquefois même des fragmens inégaux de plombagine native, avec de la gomme délayée dans l'eau, du soufre ou de la résine fondus, du blanc d'œuf, de la glaise détrempée; à couler ce mélange inexact dans des roseaux, ou des moules de bois mal préparés, ou à les coller dans des planchettes à rainure grossièrement disposées : en sorte qu'il n'en résultoit que des simulacres de crayons

à grains rudes et inégaux, durs, cassans, ou au contraire très-fragiles, mous, sans consistance, fusibles au feu, dissolubles ou délayables au moins dans l'eau, laissant sur le papier des traces ou peu visibles, ou trop épaisses, trop ou trop peu adhérentes, ne remplissant, en un mot, presque aucune des conditions que l'on recherche dans les crayons de bonne qualité. Au milieu de ces imitations imparfaites, ou fort éloignées de la nature, quelques essais plus heureux avoient été tentés, quelques productions plus utiles avoient été fournies aux arts du dessin à différentes époques. Il y a plus de trente ans que le citoyen Lafosse, graveur habile, s'étoit occupé de fabriquer des crayons factices, d'une pâte bien liée, bien fine, bien égale, d'une consistance requise et même variée, et qui ont rempli à beaucoup d'égards les vœux des artistes, comme il résulte des rapports avantageux faits sur ces crayons en 1771 par l'Académie des sciences, par celle de peinture et celle d'architecture, ainsi que des attestations favorables qui lui ont été données par des peintres et des dessinateurs très-distingués : mais les crayons du citoyen Lafosse n'étoient pas le produit d'une grande fabrication, et ne sortoient pas d'un atelier qui pût satisfaire à beaucoup près à tous les besoins. Sa fabrique a cessé depuis long-temps d'être en activité, et nous devons ajouter que la pâte des crayons du citoyen Lafosse, quoique douce, fine, bien liée, et très-propre au dessin, avoit cependant l'inconvénient de se délayer facilement et promptement dans l'eau.

Le citoyen Bachelier, peintre très-connu, à qui plusieurs de nos manufactures nationales doivent des idées utiles et des perfectionnemens notables, qui est surtout recommandable par l'établissement et le soutien de l'école grautite de dessin, qui nous a fait connoître par une juste réclamation le produit des recherches du citoyen Lafosse, n'a pas négligé lui-même la préparation des crayons artificiels; il nous a communiqué un procédé qu'il a imaginé et suivi avec succès pour faire des crayons artificiels de plombagine, dont la qualité nous a paru très-bonne, et dont il s'est servi long-temps avec avantage; il a même desiré que l'Institut national voulût bien être dépositaire de son procédé, qu'il nous a chargés de remettre, sous son cachet et sous celui de l'Institut, dans les archives de cet établissement: mais le procédé du citoyen Bachelier n'a jamais été pratiqué en grand; il ne l'a mis à exécution que pour son propre usage, et il n'a pas prétendu en faire l'objet d'uno spéculation.

Enfin nous savons que le citoyen Desmarais a obtenu du bureau de consultation une récompense pour le même objet, et que les crayons artificiels de ce citoyen ont été employés avec succès par les artistes; on assure même que son procédé est exécuté par un particulier auquel il l'a cédé. Comme nous ne connoissons pas la nature et les qualités de ses crayons, nous ne pouvons en dire rien de plus; et dans l'esquisse historique que nous vous traçons, il en est de ce procédé comme de plusieurs autres qui existent sans doute, et

qui sont pratiqués dans plusieurs fabriques sans que nous en ayons connoissance, et sans qu'il nous soit conséquemment permis d'en comparer les avantages à ceux que présente l'industrieux produit dont l'Institut nous a chargés de faire l'examen.

Tel est l'état exact des notions que nous avons pu recueillir sur les diverses fabrications de crayons artificiels, et tel étoit sans doute celui de l'art qui les concerne, lorsque le citoyen Conté en fit l'objet de ses recherches : il y a aujourd'hui plus de deux ans qu'il fit part au gouvernement, des essais qu'il avoit déja entrepris sur cette fabrication, et des premiers succès qu'il avoit obtenus de ses tentatives. Pour bien faire connoître à l'Institut le degré de confiance que méritoit dès-lors le travail préliminaire de ce citoyen, et l'espérance qu'il devoit faire concevoir, nous observerons que, livré long-temps à la peinture, il avoit en même temps cultivé la physique, la mécanique et la chimie ; qu'il avoit fait des applications particulières et suivies de ces sciences aux procédés de la préparation des émaux, des laques, des pastels, et que plus d'une découverte intéressante, sur-tout dans les couleurs des émaux, avoit déja couronné ses efforts. Un goût décidé l'entraînoit vers la recherche de pratiques et de moyens nouveaux, soit pour les instrumens, soit pour les matières applicables aux procédés des arts, et sur-tout à ceux qui tiennent au dessin. Habile à perfectionner tous les genres d'industrie, il s'étoit aussi distingué dans la fabrication des ballons aérostatiques,

et il avoit trouvé plusieurs faits importans sur les enveloppes de ces ingénieuses machines et sur l'exactitude des formes qu'il savoit leur donner. Ce fut avec tous ces moyens, toutes ces ressources puisées dans une connoissance exacte des sciences physiques, et sur-tout dans celle des instrumens et des procédés expérimentaux qui servent à leurs démonstrations, que pour remédier à la pénurie où l'on étoit de bons crayons, et à l'extrême besoin qu'on en avoit, ainsi que pour égaler et surpasser même ce que les pays voisins nous fournissoient dans ce genre, le citoyen Conté se livra avec ardeur à des essais multipliés sur la fabrication des crayons artificiels. Instruit de tout ce qu'on avoit fait avant lui, averti par l'infériorité de la plupart de ces productions à celles de l'Angleterre, et connoissant l'excessive rareté de quelques-unes d'entre elles qui sembloient s'en rapprocher davantage, cet artiste physicien sentit bien qu'il devoit s'éloigner des sentiers battus, se faire une route nouvelle, et travailler sur un plan tout différent de ceux qui avoient été suivis jusque-là. Il conçut encore qu'une composition différente de celles qu'on avoit faites avant lui, une pâte parfaitement homogène, extrêmement fine, d'une consistance et d'une couleur variées, n'étoit pas le seul problême qu'il eût à résoudre; qu'il devoit encore trouver une composition inattaquable à l'eau, à diverses températures, infusible, non susceptible de se ramollir par les liquides, inaltérable par l'air, qui, avec tous les avantages de la meilleure plombagine anglaise, pût

l'emporter même sur elle par l'égalité parfaite de son grain, de son tissu et de sa consistance dans toute la continuité du crayon, et cela non seulement dans un seul crayon, mais dans tous ceux qui sortiroient de sa fabrique.

Enfin il pensa qu'il n'auroit point encore atteint le but qu'il vouloit frapper, s'il ne rendoit pas sa fabrication sûre, constamment égale, facile dans tous ses détails, et s'il ne confioit pas à la stabilité et à la rectitude des machines tout ce qui, dans les procédés de cette fabrication, pouvoit en être susceptible. Vingt-six mois d'expériences, de recherches aussi variées que nombreuses, d'applications heureuses des sciences sur tous les points de cette nouvelle fabrication, ont conduit le citoyen Conté à la solution complète du problême qu'il s'étoit proposé. Composition et fabrication d'un mélange nouveau, parfaite homogénéité et constante identité de sa pâte; densité variée à volonté, mais graduée suivant les divers besoins des arts; pâte qui imite et qui surpasse même la plombagine native; couleur diversifiée et nuée au gré de l'artiste, depuis le gris ordinaire de cette substance jusqu'au noir mat; diminution de ce brillant métallique qui est un défaut pour le dessin dans le produit naturel; instrumens nouveaux, mécaniques ingénieuses et simples pour toutes les modifications, les formes, et en général les préparations diverses qu'exigent soit la composition qui fait la base de ses crayons, soit l'enveloppe de bois dont ils sont recouverts pour leur conservation et leur usage:

rien ne manque aux procédés imaginés par le citoyen Conté. Nous assurons l'Institut que cet artiste a véritablement créé un art nouveau, ingénieux, fondé sur les connoissances les plus exactes de la chimie et de la mécanique, bien supérieur aux pratiques employées jusqu'ici dans la fabrication des crayons artificiels, et que n'effacent certainement pas les procédés mis en usage par les Anglais. Nous regrettons que la discrétion qui doit circonscrire notre rapport dans ces généralités, puisqu'il pourroit sans elle porter préjudice aux droits sacrés de la propriété que le secret seul peut lui assurer, nous défende impérieusement d'en dire davantage à l'Institut; il seroit frappé, comme nous l'avons été nous-mêmes, de la perfection à laquelle le citoyen Conté est parvenu, des inventions ingénieuses qu'il a réunies dans toutes les parties de sa fabrique, de la certitude, de la constance d'effets, de la simplicité et de la promptitude qu'il a mises dans la pratique de ses procédés, et de la méthode aussi régulière qu'industrieuse qui dirige toutes les branches de son nouvel art. Il nous suffira d'ajouter à cet exposé, qu'au sortir de sa fabrique les crayons sont aussi bien faits que ceux qui nous viennent d'Angleterre, et que les qualités qu'il a su leur donner promettent à toutes les professions où les crayons sont nécessaires, ainsi qu'aux différens genres de dessin, une matière nouvelle qui remplacera celle que les Anglais ne doivent qu'à la nature.

Le citoyen Conté prépare une suite de crayons différens, les uns pour tirer des lignes, les autres pour le

dessin ; leur consistance , leur grain , leur couleur, varient comme nous l'avons dit ; ils se taillent avec facilité ; ils ne se brisent pas comme la plombagine naturelle ; leurs traces s'effacent comme la sienne par le frottement de la gomme élastique et de la mie de pain ; une chaleur même assez forte ne les dénature pas ; l'eau ne les ramollit ni ne les délaye en aucune manière ; l'air ne les altère point : voilà tous les avantages qui les caractérisent , et qui , sous certains rapports , les élèvent même au-dessus de ceux de plombagine.

Tout annonce que le temps et une longue pratique de ce nouvel art doivent y faire naître encore des perfectionnemens ultérieurs , tels que des additions pour les crayons de diverses couleurs et de diverses nuances , et que la méthode imaginée par le citoyen Conté promet à cet égard une extension que les lumières de la mécanique et de la chimie ne permettent pas de limiter.

Nous terminerons ce rapport par exposer le résultat des essais déja faits sur les crayons qui nous occupent , sur les succès que les dessinateurs habiles en ont déja obtenus. Nous présenterions en particulier la notice très-favorable que les commissaires de l'école polytechnique en ont déja donnée , dans leur rapport , au conseil de cette école , si nous ne pensions que cette partie n'est pas essentiellement de notre ressort , et que nous devons en référer à la classe de l'Institut qui renferme les beaux arts. Quant à la nature et à la fabrication des crayons du citoyen Conté dont l'examen nous a été confié , nous pensons qu'on doit les ranger parmi les

inventions utiles et ingénieuses, et qu'ils méritent l'accueil et les encouragemens du gouvernement.

Fait à l'Institut national, le 6 prairial, an 4 de la République française.

Signé, Fourcroy, Bayen.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

I. *Examen de l'estomac d'une personne empoisonnée par l'opium.*

Observation communiquée par Pierre Lassus.

Une femme âgée de soixante ans, et qui depuis plusieurs années étoit tourmentée par des accès de mélancolie, se procura trente-six grains d'opium qu'elle avala tout à la fois dans le milieu de la nuit. Cinq à six heures après, on la trouva profondément assoupie et respirant avec ronflement comme si elle eût été en apoplexie. Elle reprit pourtant un peu connoissance pendant quelques instans, et c'est d'elle-même qu'on apprit qu'elle avoit avalé la quantité d'opium indiquée ci-dessus. On lui donna sur-le-champ de l'ipécacuanha, qui ne la fit pas vomir. On lui fit ensuite avaler avec bien de la peine quelques cuillerées d'eau et de vinaigre. Je la vis alors avec le citoyen Fourcroy. Elle étoit absolument sans

connoissance, ne donnant pas le moindre signe de sensibilité, ayant la respiration laborieuse et ronflante, la peau chaude, le pouls fiévreux, les prunelles très-dilatées, les articulations flexibles, et tous les muscles dans le relâchement. Elle mourut sans éprouver de convulsions, dix à onze heures après avoir pris l'opium.

Son cadavre fut ouvert. Tout l'intérieur de l'estomac étoit très-enflammé, mais sans érosion de la membrane interne de ce viscère. L'inflammation s'étoit étendue sur tous les intestins grêles, avec de grandes taches gangréneuses et verdâtres. Il y avoit dans la cavité de l'estomac environ cinq à six cuillerées d'un fluide trouble, rougeâtre : c'étoit le vinaigre que cette femme avoit avalé, et qui étoit mêlé avec le mucus de l'estomac et l'ipécacuanha. L'opium avoit été tellement dissous, qu'il fut impossible d'en retrouver le plus petit vestige. Les intestins grêles étoient affaissés sur eux-mêmes : le cœcum et le colon étoient remplis de gaz et très-distendus. Tous les viscères du ventre et ceux de la poitrine étoient dans l'état le plus naturel. Il y avoit seulement dans la vésicule du fiel trois gros calculs, qui, de l'aveu des parens de cette femme, ne l'avoient jamais incommodée, du moins sensiblement. Le sang contenu dans les cavités du cœur et dans les gros vaisseaux de sa base étoit noirâtre et coagulé, comme il l'est dans tous les cadavres. Le cerveau étoit dans la plus parfaite intégrité : ses vaisseaux ne contenoient pas plus de sang qu'ils n'en contiennent dans l'état le plus naturel, et il n'y avoit pas de sérosité dans les ventricules de ce

viscère. En un mot, toute l'affection morbifique résidoit seulement dans l'estomac et dans les premiers intestins.

Il résulte de cette observation, 1°. que l'opium pris à trop grande dose ne produit point une véritable apoplexie, c'est-à-dire, une congestion sanguine dans les vaisseaux du cerveau ; 2°. qu'il agit avec d'autant plus d'activité, qu'il est promptement dissous dans l'estomac, auquel il occasionne par irritation une inflammation qui dégénère promptement en gangrène ; 3°. que les acides végétaux, recommandés par tous les praticiens comme l'antidote de l'opium, ne peuvent avoir cette efficacité qu'autant qu'il a été pris lui-même en petite dose.

II. *Dénombrement des malades attaqués de calculs urinaires, et reçus dans l'hospice de Lunéville.*

Il existe à Lunéville, département de la Meurte, un hospice fondé en faveur des personnes attaquées de calculs urinaires. Seize cent vingt-neuf malades des deux sexes ont été reçus et opérés dans cet hospice, depuis l'époque de sa fondation jusqu'à présent, c'est-à-dire depuis environ quarante ans. Quinze cent soixante-quatre étoient du sexe masculin, et soixante-cinq seulement du sexe féminin. Sur ces seize cent vingt-neuf malades, qui ont été opérés par différens procédés et par différens chirurgiens, cent quarante-sept sont morts. La mortalité, d'abord très-grande, a été dans la suite moins considérable, sur-tout dans ces derniers temps,

à mesure que l'art s'est perfectionné. Le citoyen Saucerotte, associé de l'Institut, à qui nous devons ces détails, a communiqué la liste suivante de tous ces calculeux, à plusieurs desquels il a fait lui-même l'opération de la lithotomie.

AGE DES MALADES.	NOMBRE des MALADES.
Malades du sexe masculin.	
Un an et demi	1
Un an et sept mois	1
Deux ans	14
Deux ans et demi	6
Trois ans	79
Trois ans et demi	9
Quatre ans	131
Quatre ans et demi	11
Cinq ans	145
Cinq ans et demi	5
Six ans	147
Six ans et demi	9
Sept ans	115
Sept ans et demi	1
Huit ans	121
Huit ans et demi	4
Neuf ans	97
Neuf ans et demi	2
Dix ans	79
Dix ans et demi	1
Onze ans	61

AGE DES MALADES.	NOMBRE des MALADES.
Onze ans et demi	3
Douze ans	76
Douze ans et demi	1
Treize ans	41
Quatorze ans	35
Quinze ans	39
Quinze ans et demi	1
Seize ans	38
Dix-sept ans	31
Dix-huit ans	35
Dix-neuf ans	21
Vingt ans	16
Vingt-un ans	12
Vingt-un ans et demi	1
Vingt-deux ans	14
Vingt-trois ans	13
Vingt-quatre ans	11
Vingt-cinq ans	7
Vingt-six ans	6
Vingt-sept ans	8
Vingt-huit ans	7
Vingt-neuf ans	2
Trente ans	8
Trente-un ans	2
Trente-deux ans	2
Trente-deux ans et demi	1
Trente-trois ans	2
Trente-quatre ans	3
Trente-cinq ans	4
Trente-six ans	4

AGE DES MALADES.	NOMBRE des MALADES.
Trente-sept ans	1
Trente-huit ans	3
Trente-neuf ans	3
Quarante ans	10
Quarante-un ans	3
Quarante-deux ans	2
Quarante-trois ans	1
Quarante-quatre ans	4
Quarante-cinq ans	3
Quarante-six ans	4
Quarante-sept ans	2
Quarante-huit ans	3
Quarante-neuf ans	1
Cinquante ans	5
Cinquante-un ans	1
Cinquante-deux ans	1
Cinquante-trois ans	1
Cinquante-quatre ans	4
Cinquante-cinq ans	2
Cinquante-six ans	4
Cinquante-huit ans	2
Cinquante-neuf ans	1
Soixante ans	2
Soixante-un ans	3
Soixante-deux ans	1
Soixante-trois ans	1
Soixante-quatre ans	1
Soixante-cinq ans	2
Soixante-six ans	2
Soixante-sept ans	1

AGE DES MALADES.	NOMBRE des MALADES.
Soixante-huit ans	1
Soixante-dix ans	2
Soixante-treize ans	1
Soixante-quatorze ans	1
Soixante-seize ans	1
Soixante-dix-huit ans	1
Malades du sexe féminin.	
Deux ans	1
Deux ans et demi	1
Trois ans	1
Trois ans et demi	1
Quatre ans	8
Cinq ans	7
Six ans	4
Six ans et demi	1
Sept ans	6
Huit ans	5
Neuf ans	3
Dix ans	1
Onze ans	4
Douze ans	2
Treize ans	4
Quatorze ans	1
Quinze ans	1
Seize ans	1
Vingt ans	1
Vingt-trois ans	1
Vingt-quatre ans	1

AGE DES MALADES.	NOMBRE des MALADES.
Vingt-cinq ans	2
Vingt-six ans	1
Trente-un ans	1
Trente-cinq ans	1
Trente-six ans	1
Quarante ans	2
Quarante-cinq ans	1
Cinquante-quatre ans	1

III. *Tuméfaction de tous les os d'un homme adulte.*

Le citoyen Saucerotte a communiqué encore l'observation suivante.

Un homme d'une taille ordinaire et d'un embonpoint médiocre s'appercut en 1766, à l'âge d'environ trente-trois ans, que tous ses os, à l'exception des dents, grossissoient peu à peu, sans s'alonger. Ils devinrent, dans l'espace de six ans, tellement volumineux, qu'ils acquirent au moins le double de leur grosseur naturelle. Les chairs ne participèrent point à cette espèce d'embonpoint : elles restèrent molles et flasques. Les os du crâne devinrent si gros, que cet homme fut obligé de se faire fabriquer des chapeaux, n'en trouvant pas dont la forme fût assez grande pour couvrir sa tête. Par une suite de cette tuméfaction lente et successive des os

du crâne et de la face, les yeux devinrent très-saillans et furent chassés en partie des orbites ; la colonne vertébrale, les clavicules, les omoplates, le sternum, les os du bassin, prirent un volume considérable ; la poitrine devint saillante et le ventre très-aplati par l'affaissement et la flaccidité des parties molles qui recouvrent cette cavité ; les côtes, en raison de leur volume augmenté, chevauchèrent les unes sur les autres ; les os des pieds et des mains se tuméfièrent, ainsi que ceux des extrémités supérieures et inférieures ; le tendon d'Achille devint aussi deux fois plus gros qu'il ne l'est dans un homme adulte.

On ne sait à quelle cause attribuer cet accroissement, ou plutôt ce volume démesuré de tous les os du corps. Cet homme, très-sain d'ailleurs, étoit grand mangeur ; mais il faisoit beaucoup d'exercice, étant un des plus fameux cultivateurs de son canton. Lorsque tous ses os se furent ainsi tuméfiés, il devint assoupi et eut de la peine à respirer. Son pouls étoit si petit, qu'on ne pouvoit le sentir que difficilement. Il eut dans tous ses membres des douleurs qu'il comparoit à celles du rhumatisme. Ses urines étoient blanchâtres, glaireuses, très-épaisses, et exhaloient une odeur aigre et fade. On lui fit prendre divers remèdes et sur-tout des purgatifs qui le soulagèrent en procurant des évacuations blanches et épaisses. L'assoupissement diminua peu à peu, la vue se fortifia, la respiration devint plus libre, et les os cessèrent de se tuméfier. Néanmoins le mouvement des articulations resta gêné, sur-tout aux pieds et aux mains.

Curieux de connoître les dimensions de la tête de cet homme, le citoyen Saucerotte la mesura, et trouva que depuis la racine du nez jusqu'à la nuque la distance étoit de 57 centimètres : depuis le conduit de l'oreille droite jusqu'à celui du côté opposé, en passant par le vertex, il y avoit 52 centimètres. La tête, mesurée circulairement, donna 76 centimètres de circonférence. La mâchoire inférieure, qui faisoit une saillie considérable en devant, avoit 49 centimètres de circonférence en la mesurant d'un condyle à l'autre : elle avoit 12 centimètres de hauteur. Cette mâchoire étant presque toujours abaissée par son propre poids, le menton appuyoit sur la partie supérieure du sternum ; ce qui donnoit à cet homme l'aspect d'une personne qui n'auroit pas eu de cou. Il pesoit avant sa maladie 58 kilogrammes : lorsque ses os eurent acquis tout le volume mentionné ci-dessus, on trouva que son corps pesoit 88 kilogrammes. Il est mort dans le mois de juillet 1773. Sa famille ne voulut point permettre, malgré les instances des gens de l'art, que l'on fît sur le cadavre de cet homme les recherches nécessaires. Environ deux ou trois mois avant sa mort, tous les accidens qu'il avoit éprouvés, et qui pendant quelque temps avoient cessé, reparurent : il eut de l'assoupissement, de la difficulté à respirer, des expectorations glaireuses ; la vue s'obscurcit, les yeux sortirent de leurs orbites, et la mort fut la suite d'une maladie dont on ne put arrêter les progrès.

ART VÉTÉRINAIRE.

RAPPORT

Sur le vertige, ou vertigo, *qui affecte les chevaux de poste, et sur la question de savoir si cette maladie est contagieuse et épizootique.*

Plusieurs maîtres de poste ont perdu leurs chevaux par le *vertige* ou *vertigo* : ils ont formé des demandes en indemnité auprès du ministre des finances ; mais la loi du 3 brumaire an 4 n'accordant d'indemnités qu'autant qu'il est constaté que les chevaux sont morts à la suite de maladies épizootiques, le ministre a cru devoir ajourner ces demandes jusqu'à ce que l'administration générale des postes et messageries, section des relais, lui ait fait connoître d'une manière positive, et après avoir consulté les vétérinaires, *si le* vertigo *peut être regardé comme une maladie contagieuse, et s'il peut être mis au nombre des maladies épizootiques.*

Il seroit difficile de répondre à ces deux questions à la fois, ceux qui les ont posées paroissant confondre deux choses absolument différentes : les maladies contagieuses, et les maladies épizootiques. Il est donc néces-

saire de développer d'abord les caractères qui les différencient.

On entend par maladies épizootiques celles qui ont une ou plusieurs causes générales dont l'influence agit sur tous les animaux qui y sont exposés, et donne lieu aux mêmes accidens.

On entend par maladies contagieuses celles qui peuvent se communiquer d'un individu à un autre, soit par des voies qui ne sont pas encore parfaitement connues, soit par la communication immédiate d'un individu malade avec un individu sain.

Une maladie épizootique peut n'avoir aucun des caractères qui constituent la contagion ; comme une maladie contagieuse peut ne point tenir aux causes générales qui constituent les épizooties.

Une maladie contagieuse peut être isolée et se borner à l'animal qui en est affecté, si l'on a soin d'éviter la communication.

Elle devient épizootique, si elle attaque un certain nombre d'animaux à la fois, soit par des causes générales, soit par la communication.

Il est donc des maladies épizootiques non contagieuses, des maladies épizootiques contagieuses, et des maladies contagieuses qui deviennent quelquefois épizootiques.

Ainsi, par exemple, la phthisie dans les vaches, la pourriture dans les moutons, le *vertigo* dans les chevaux, lorsqu'elles dépendent de causes générales, sont des maladies épizootiques non contagieuses.

Ainsi le charbon, les fièvres pestilentielles, putrides,

malignes, des bêtes à cornes et des chevaux, sont des épizooties contagieuses.

Ainsi, enfin, le farcin, la gale, la morve, sont des maladies contagieuses qui peuvent devenir épizootiques, comme il arrive dans les camps, les postes, etc.

Quant au *vertige* qui affecte les chevaux de poste, et qui n'est que symptomatique, il résulte évidemment de l'ouverture de tous les chevaux morts de cette maladie, qu'elle est la suite du dérangement des fonctions du bas ventre, ou d'une indigestion lente et longuement amenée.

La cause de ce vice de digestion dans les chevaux de poste et de relais est due depuis long-temps à la réunion de quelques circonstances générales qu'il est nécessaire d'indiquer ici :

1°. La rareté et la cherté des chevaux, lesquelles ont forcé à doubler le travail de ceux qu'on a pu conserver ou acquérir :

2°. La rareté des fourrages, qui a également forcé à diminuer et à retrancher même une partie plus ou moins considérable de la ration, et quelquefois entièrement celle de l'avoine, ou à employer des nourritures extraordinaires et altérées, qu'on eût rejetées dans tout autre temps :

3°. Le grand usage qu'il a fallu faire du son, attendu le manque d'avoine ; cette substance est d'autant plus mauvaise, que, dans les temps de disette, elle se trouve plus particulièrement privée de la farine qui en fait toute la vertu, et que dès-lors, loin d'être un aliment, elle

devient à charge aux viscères qu'elle traverse, et dont elle épuise les forces en pure perte :

4°. Enfin l'augmentation subite et disproportionnée des fourrages et des grains nouveaux, après une longue privation; ces nourritures n'étant pas *ressuyées* et n'ayant pas *jeté leur feu*, éprouvent nécessairement dans les animaux, et à leur détriment, une fermentation qui auroit dû avoir lieu dans le grenier.

C'est ainsi que plusieurs causes réunies agissant à la fois sur un grand nombre d'animaux, donnent naissance à des épizooties.

C'est ainsi qu'en 1779, après le camp de Normandie, les chevaux ayant essuyé une grande fatigue, et fait usage du son et de l'eau trouble et bourbeuse, la poste de Bonnières, près Vernon, eut quatre-vingt-dix de ces animaux attaqués du *vertigo*, et qu'il en périt quatorze.

C'est ainsi que, l'année dernière (an 3), le relais de Mondesir, chargé d'un double service sur la route d'Orléans, a perdu vingt-cinq chevaux pour avoir fait manger des avoines nouvelles et aussitôt qu'elles étoient battues.

C'est ainsi que plusieurs rouliers des départemens méridionaux ont perdu de cette maladie, sur la fin de la même année et dans le commencement de celle-ci, tous leurs équipages sur quelques routes du midi, où ils étoient obligés, pour les alimenter, d'attendre que les avoines fussent battues.

C'est ainsi, enfin, qu'une foule de postes exposées aux mêmes causes ont perdu leurs chevaux du *vertigo*,

Il résulte donc de tout ce qui vient d'être dit :

1°. Que le *vertigo* n'a point le caractère de la contagion, et que l'animal qui en est attaqué isolément ne peut ni le communiquer, ni donner lieu à une épizootie ;

2°. Que par conséquent le *vertigo* n'est pas une maladie contagieuse ;

3°. Que les causes qui y donnent lieu pouvant être générales, indépendantes des propriétaires, et forcées, il est certain qu'elles donnent à cette maladie tous les caractères épizootiques ;

4°. Enfin et par conséquent, que le *vertigo* qui attaque les chevaux de poste peut être rangé au nombre des maladies épizootiques.

FAIT à l'Institut national, le 8 thermidor, an 4 de la République française.

Signé, GILBERT, HUZARD.

DISTRIBUTION
DE PRIX.

Séance publique du 15 messidor an 6.

Le prix proposé par l'Institut national en l'an 4, et qui avoit pour sujet,

La construction d'une montre de poche propre à déterminer les longitudes en mer, en observant quelles divisions indiquent les parties décimales du jour ; savoir, les dixièmes, millièmes et cent-millièmes ; ou que le jour soit divisé en dix heures, l'heure en cent minutes, et la minute en cent secondes ;

A été adjugé au citoyen Louis Berthoud, auteur de deux montres, n° 1 et n° 2, ayant pour épigraphe, savoir,

N° 1. *Ma liberté fait ma constance.*

N° 2. *Au temps qui instruit.*

Séance publique du 15 germinal an 7.

Le prix proposé par l'Institut national en l'an 6, et qui avoit pour sujet,

La recherche des meilleurs moyens de secourir les

personnes enfermées dans des maisons incendiées, surtout dans une grande ville telle que Paris,

A été partagé entre les auteurs de quatre machines, dont une sous le n° 7, deux sous le n° 15, et une sous le n° 17.

La machine sous le n° 7 avoit pour épigraphe, *Si je m'élève, c'est pour être utile* : elle est composée de plusieurs échelles qui glissent les unes sur les autres au moyen d'une crémaillère, à la manière du cric. L'auteur est le citoyen Regnier, contrôleur des armes à Paris, maison des ci-devant Dominicains, faubourg Germain.

Les deux machines sous le n° 15 avoient pour épigraphe, *Aut arte, aut Marte* : elles forment une combinaison de plusieurs échelles qui sont élevées par des poulies et des cordages dont l'ensemble est une espèce de chèvre. Dans l'une de ces machines, les échelles sont disposées de manière que l'échelle supérieure doit trouver un appui contre un obstacle fixe : dans l'autre, toutes les parties se contre-balancent mutuellement par la position alternative et en sens contraire des montans qui servent à supporter et à développer les échelles. Le citoyen Tremel, au palais national des Sciences et des Arts, est l'auteur de ces deux machines.

La machine sous le n° 17 est aussi une espèce de chèvre dont les échelles, en se développant, servent

de point d'appui les unes aux autres, ainsi qu'aux autres parties de la machine.

Son auteur est le citoyen GUYOT, menuisier à Paris, rue de Surène, n° 1349.

L'objet général de toutes ces machines est d'élever des hamacs, des sacs, des paniers, etc. dans lesquels des personnes peuvent être placées et descendues sans danger.

MÉMOIRES

Que la classe a jugés dignes d'être imprimés dans le volume des SAVANS ÉTRANGERS.

Sur la séve des plantes, et principalement sur celle de la vigne et du charme, avec une analyse de ces fluides, par le citoyen Deyeux, depuis membre de l'Institut.

Mémoire sur le gaz oléfiant, par la société des chimistes d'Amsterdam.

Sur l'acide subérique et ses combinaisons, par le citoyen Bouillon-Lagrange.

Sur divers moyens de rendre sensibles à la vue les émanations des corps odorans, par le citoyen B. Prevost, de Genève.

Tables anatomiques des ligamens du bassin de l'homme, par le citoyen Schweighæuser, médecin à Strasbourg.

Précis de quelques expériences sur la section que des cylindres de camphre éprouvent à la surface de l'eau, et sur quelques autres phénomènes qui accompagnent la dissolution de cette matière résineuse par l'eau, par le citoyen Venturi, professeur de physique à Modène.

Sur la manière de préparer en grand l'acide citrique,

et sur quelques propriétés de cet acide, par le citoyen Dizé, pharmacien en chef de l'école militaire.

Sur le camphre et sur la nature de son acide, par le citoyen Bouillon-Lagrange.

Sur les salamandres de France, sur la psylle du jonc, et sur les insectes appelés *faucheurs*, par le citoyen Latreille, depuis associé de l'Institut.

Sur une table de multiplication de fractions, par le citoyen Cautin, de Châlons.

Sur le sang bilieux considéré sous ses rapports chimiques, par le citoyen Deyeux, depuis membre de l'Institut.

Analyse du suc acide de l'ananas, par le citoyen Adet.

Sur les poils ou filets qui recouvrent toute la plante nommée *cicer arietinum* (pois chiche), par le citoyen Deyeux, depuis membre de l'Institut.

Sur les pépinières coloniales dans la Guiane française, par le citoyen Martin, botaniste, chargé de leur direction.

Essai sur l'origine des nerfs de la moelle épinière, par le citoyen Jadelot.

Sur un poisson nommé *gastrobranchus cæcus*, par M. Bloch, de Berlin.

MACHINES,

INVENTIONS ET PRÉPARATIONS APPROUVÉES PAR LA CLASSE.

1°. Peson à ressort et à cadran, par le citoyen Regnier.

2°. Deux montres à secondes, par le citoyen P. L. Gautrin, horloger.

3°. Préparation d'une eau gazeuse artificielle, par le citoyen Gosse, pharmacien de Genève.

4°. Machine à feu, par le citoyen Droz.

5°. Belier hydraulique, par les citoyens Montgolfier frères, et par le citoyen Argand.

6°. Barrême typographique, par le citoyen Couret-Villeneuve.

7°. Sur un nouveau fusil présenté par le citoyen Le Faure, armurier à Beaumont, département de l'Oise.

LISTE

DES OUVRAGES IMPRIMÉS

ET PRÉSENTÉS A LA CLASSE.

Tableau des plantes usuelles, rangées par ordre, suivant les rapports de leurs principes et de leurs propriétés, par H. F. A. Roussel, professeur en médecine. *Caen*, an 4. 1 vol. in-8°.

Essai sur la maladie qui affecte les vaches laitières des faubourgs et des environs de Paris, par le citoyen Huzard, membre de l'Institut. *Paris*, an 2. in-8°.

Élémens de l'art vétérinaire, matière médicale raisonnée, ou précis des médicamens considérés dans leurs effets, à l'usage des élèves des écoles vétérinaires, par Bourgelat, avec des additions par le citoyen Huzard, membre de l'Institut. An 4. 2 vol. in-8°.

Instruction et nouveau rapport imprimés en français et en allemand, et relatifs à la maladie des bêtes à corne qui a régné dans le département des Forêts, par le citoyen Huzard, membre de l'Institut. *Luxembourg*, an 4. in-8°.

Instruction sur les moyens à employer pour préserver

les bestiaux de l'épizootie régnant dans les départemens des Haut et Bas Rhin, par BEAUMONT l'aîné, inspecteur vétérinaire attaché aux dépôts de cavalerie à l'armée de Rhin-et-Moselle. *Strasbourg*, an 5. in-4°.

Recueil périodique de la Société de médecine de Paris. *Paris*, an 5 *et suiv.* in-8°.

Instruction sur le claveau des moutons, publiée par le conseil d'agriculture, et rédigée par le citoyen F. H. GILBERT, membre de l'Institut. *Paris*, an 5. in-8°.

Voyages dans les Alpes, précédés d'un Essai sur l'histoire naturelle des environs de Genève, par H. B. SAUSSURE, membre de plusieurs Académies; tomes III et IV. *Neufchâtel*, 1796. in-4°.

Voyage dans les treize Cantons Suisses, les Grisons, le Valais, par F. ROBERT, géographe, membre de l'Institut de Bologne et de l'Académie de Berlin. *Paris*, 1789. 2 vol. in-8°.

Connoissance des Temps, à l'usage des navigateurs et des astronomes, pour l'an 8 et l'an 9, ouvrage publié par le bureau des longitudes. *Paris*. in-8°.

Instruction sur les traitemens des asphyxiés, des noyés, des personnes mordues par des animaux enragés, des enfans qui paroissent morts en naissant, etc., par le citoyen A. PORTAL, membre de l'Institut. *Paris*, an 4. in-12.

Précis des caractères génériques des insectes, disposés dans un ordre naturel, par le citoyen LATREILLE. *Brive*. in-8°.

Repertorium der medicinischen Litteratur des iahres 1789 — 1794, *herausgegeben von Dr Paulus* USTERI. Zurich. 6 vol. in-8°.

Annalen der Botanick. 18 *Th*. 1791 — 1796. in-8°.

Grundlage medicinisch-anthropologischer vorlesungen für nichtarzte. Zurich, 1791. in-8°.

Système méthodique de nomenclature et de classification des muscles du corps humain, par C. L. DUMAS, professeur d'anatomie et de physiologie. *Montpellier*, an 5. 1 vol. in-4°.

Mémoires de physique et d'histoire naturelle, établis sur des bases de raisonnement indépendantes de toute théorie, par J. B. LAMARCK, membre de l'Institut. *Paris*, an 5. 1 vol. in-8°.

Philosophical Transactions of the royal Society of London, *for the years* 1792 — 1798. London. 7 vol. in-4°.

Mémoires de l'Académie royale des sciences de Turin, pour les années 1784 — 1791. *Turin*. 5 vol. in-4°.

Journal des mines, publié par l'agence des mines de la République, nos 1 — 51. *Paris*, ann. 4, 5, 6 et 7. in-8°.

Annales de chimie, ou Recueil de mémoires concer-

nant la chimie et les arts qui en dépendent, par les citoyens GUYTON, MONGE, BERTHOLLET, FOURCROY, ADET, HASSENFRATZ, SÉGUIN, VAUQUELIN, PRIEUR, CHAPTAL et VAN-MONS. Tom. 18—30. *Paris*, ann. 5, 6 et 7. in-8°.

Grundriss der Chemie, von Dr Friderich-Albrecht-Carl GREN, *professor der medicin zu Halle. Erster Theil.* Halle, 1794. 1 vol. in-8°.

Nouvelle édition de l'Instruction sur la manière de conduire et gouverner les vaches laitières, par les citoyens CHABERT et HUZARD, membres de l'Institut. *Paris*, an 5. in-8°.

Grundriss der Naturlehre. Dritte Auflage. Erster Theil. Halle, 1797. 1 vol. in-8°.

Proceedings of the college of physicians of Philadelphia, relative to the prevention of the introduction and spreading of contagious diseases. Philadelphia, 1798. in-8°.

Eulogium intended to perpetuate the memory of David Rittenhouse, late president of the American philosophical Society, by Benjamin RUSH, *member of the Society.* Philadelphia, 1797. in-8°.

Observations sur la nature et sur le traitement du rachitisme, ou des courbures de la colonne vertébrale et de celles des extrémités supérieures et inférieures, par A. PORTAL, membre de l'Institut. *Paris*, 1797. 1 vol. in-8°.

Encefalatomia di alcuni quadrupedi, *communicata alla R. Academia di Mantova*, *da Vincenzo Malacarne*. Mantova, 1795. 1 vol. in-4°.

Ricordi d'anatomia traumatica. Venezia, 1794. 1 vol. in-4°.

Delle operazioni chirurgiche spettanti alla riduzione. Bassano, 1796. 1 vol. in-8°.

Traité élémentaire, ou Principes de physique fondés sur les connoissances les plus certaines, tant anciennes que modernes, et confirmés par l'expérience; par M. J. Brisson, membre de l'Institut. Deuxième édition. *Paris*, an 5. 3 vol. in-8°.

Principes élémentaires de l'histoire naturelle et chimique des substances minérales, par le même. *Paris*, an 5. 1 vol. in-12.

Elementi di mineralogia esposti a norma delle più recenti osservazioni e scoperte, *dal Carlo-Antonio Napione*. Tom. I. Torino, 1797. in-8°.

Instructions sur les moyens de s'assurer de l'existence de la morve, sur ceux propres à prévenir l'invasion de cette maladie, à en préserver les chevaux, et à désinfecter les écuries où elle a régné; par P. Chabert et J. B. Huzard, membres de l'Institut. Quatrième édition. *Paris*, an 5. 1 vol. in-8°.

Instruction sur les maladies inflammatoires épizootiques, rédigée par les citoyens Huzard et Desplas. *Paris*, an 5. in-8°.

Des organes de la digestion dans les ruminans, par P. CHABERT, associé de l'Institut. Deuxième édition. *Paris*, 1797. 1 vol. in-8°.

Histoire de l'Astronomie en 1796, par LALANDE, directeur de l'observatoire, et inspecteur du collége de France. in-8°.

Introduction à l'analyse infinitésimale, par Léonard EULER, traduite du latin en français, avec des notes et des éclaircissemens, par J. B. LABEY, professeur de mathématiques. *Paris*, 1797. 2 vol. in-4°.

Colleccion de papeles sobre controversias botanicas de D. Antonio-Joseph CAVANILLES, con alcuñas notas del mismo a los escritos de sus antagonistas. Madrid, 1796. 1 vol. in-12.

Descripcion del esqueleto de un quadrupedo muy corpulento y raro, que se conserva en el real gabinete de historia natural de Madrid, publicala don Joseph GARRIGA, capitan de ingenieros cosmografos de estado. Madrid, 1797. 1 vol. in-f°.

Essai sur la physiognomonie des corps vivans, considérée depuis l'homme jusqu'à la plante; par J. J. SUE, médecin. *Paris*, 1797. 1 vol. in-12.

Traité du calcul différentiel et du calcul intégral, par S. F. LACROIX, membre de l'Institut. 1798. 2 vol. in-4°.

Instruction sur les moyens les plus propres à assurer

la propagation des bêtes à laine de race d'Espagne, et la conservation de cette race dans toute sa pureté; par F. H. GILBERT, membre de l'Institut. An 5. in-8°.

Avis aux mères de famille sur l'éducation physique et morale et les maladies des enfans, par. J. M. CAILLAU, médecin. *Bordeaux*, an 5. in-12.

Astronomical Observations made at the royal observatory at Greenwich, by NEVIL MASKELYNE, astronomer royal, and fellow of the royal Society of London. Part of vol. III. London, 1789 — 1797. in-fol.

Semanario de agricultura y artes dirigido a los parrocos. Madrid, 1797 et 1798. 3 vol. in-8°.

Journal de santé et d'histoire naturelle, par le cit. CAPELLE, médecin. *Bordeaux*, 1796 — 1798. 3 vol. in-8°.

Journal de la Société des pharmaciens de Paris. *Paris*, 1797. in-4°.

Mémoires de la Société d'émulation de Rouen pour le progrès des sciences et des arts. *Rouen*, an 5. in-4° et in-8°.

A Journal of natural philosophy, chemistry, and the arts, by W. NICHOLSON. London, 1797 — 1798. in-4°.

Chimico Esame degli esperimenti del sign. Gottling, professore a Jena, sopra la luce del fosforo di Kunkel,

osservata nell' aria comune; del Lazzaro SPALLANZANI. Modena, 1796. 1 vol. in-8°.

De l'Aranéologie, ou sur la découverte du rapport constant entre l'apparition ou la disparition, le travail ou le repos des araignées, et les variations atmosphériques du beau temps à la pluie, par QUATREMÈRE-DISJONVAL. *Paris*, an 5. 1 vol. in-8°.

Essai sur les accouchemens, par P. J. F. BODIN, chirurgien, et membre du Corps législatif. *Paris*, an 5. in-8°.

Flora Atlantica, sive Historia plantarum quæ in Atlante, agro Tunetano et Algeriensi crescunt: auctore Renato DESFONTAINES, *Instituti nationalis scientiarum Galliæ socio.* Parisiis, anno 6°. Tom. I.

Aloysii GALVANI, *de viribus electricitatis in motu musculari Commentarius, cum Joannis* ALDINI *dissertatione et notis.* Mutinæ, 1792. 1 vol. in-4°.

Joannis ALDINI *de animali electricitate Dissertationes duæ.* Bononiæ, 1794. in-4°.

Memorie sull' elettricità animale, di Luigi GALVANI: *aggiunte alcune elettriche esperienze di G.* ALDINI. Bologna, 1797. 1 vol. in-4°.

A Treatise on the improvement of canal navigation, exhibiting the numerous advantages to be derived from small canals, and boats of two to five feet wide, containing from two to five tons burthen; by R. FULTON, *civil engineer.* London, 1796. in-4°.

Élémens de pharmacie théorique et pratique, par A. BAUMÉ, membre de l'Institut. Huitième édition. *Paris*, 1797. 2 vol. in-8°.

Bulletin des sciences, par la Société philomathique. *Paris*, an 5 *et suiv.* in-4°.

Journal polytechnique, ou Bulletin du travail fait à l'école centrale des travaux publics, publié par le conseil d'instruction et administration de cette école. *Paris*, ann. 3 et 4. 2 vol. in-4°.

Osservazioni di G. TROIRA, scolaro ed amico del B. Gandolfi, in risposta al Saggio sul verderame, pubblicato dal signor P. Lupi Romano, indirizzate al sign. A. M. Vasallo, professore di fisica. Roma, 1797. in-12.

Recherches expérimentales sur le principe de la communication latérale du mouvement dans les fluides, par J. B. VENTURI, professeur de physique expérimentale à Modène. *Paris*, 1797. in-8°.

Instructions et observations sur les maladies des animaux domestiques, par les cit. CHABERT, FLANDRIN et HUZARD, membres de l'Institut. *Paris*, an 3. in-8°.

Réflexions sur la métaphysique du calcul infinitésimal, par CARNOT. *Paris*, 1797. in-8°.

Théorie des fonctions analytiques, contenant les principes du calcul différentiel, dégagés de toute considération d'infiniment petits ou d'évanouissans de limites

ou de fluxions, et réduits à l'analyse algébrique des quantités finies, par J. L. LAGRANGE, membre de l'Institut. *Paris*, an 5. 1 vol. in-4°.

Mémoire et nouvelles observations sur les effets du muriate de barite dans les affections scrofuleuses, par P. VERDIÉ, médecin. *Bordeaux*, 1797. in-8°.

Projet d'un accord entre les puissances de l'Europe et les États-Unis de l'Amérique, pour l'effet de récompenser les découvertes qui tendent au bien-être général de la société, par le chevalier baronet Jean SINCLAIR, président du bureau d'agriculture. *Londres*, 1795. in-4°.

Address to the board of agriculture, stating the progress that had been made by the board, during the fourth session since its establishment. in-4°.

Moyens de conserver et d'améliorer les forêts nationales et d'en accroître les produits, par le citoyen BUSSAC, ingénieur géographe.

Voyage au Mont-Blanc, par le citoyen LALANDE, membre de l'Institut.

Essai sur la gangrène humide des hôpitaux, par les citoyens MOREAU et BURDIN. *Paris*, an 5. in-8°.

Annales de l'agriculture française, par les citoyens TESSIER et ROUGIER-LA-BERGERIE, membres de l'Institut national. 4 vol. in-8°.

NOTICE

SUR LA VIE ET LES OUVRAGES DU C^EN PELLETIER,

Par le citoyen Pierre LASSUS.

Lu à la séance publique du 15 ventose an 6.

BERTRAND PELLETIER, membre de l'Institut national des sciences et arts dans la section de chimie, naquit à Bayonne en 1761, et mourut à Paris à l'âge de trente-six ans. Ce qui manque à la plupart des jeunes gens qui ont le desir de s'instruire, c'est un lieu propre au développement de leurs talens naturels; c'est un maître qui leur trace la véritable route à suivre, afin de ne pas s'égarer. Le jeune Pelletier trouva tous ces avantages d'abord dans la maison paternelle, où il apprit les élémens de la pharmacie, et ensuite avec notre confrère Darcet, professeur de chimie au collége de France, qui l'admit au nombre de ses élèves. Cinq années d'une application constante à l'étude sous un tel maître, formé lui-même par la nature et perfectionné par l'expérience, donnèrent à ce jeune homme des connoissances très-supérieures à son âge. Il en fournit une preuve convaincante,

en publiant, à l'âge de vingt-un ans, des observations bien faites sur l'acide arsenical. Macquer, en mêlant du nitre avec l'oxide d'arsenic, avoit découvert dans le résidu de cette opération un sel soluble dans l'eau, susceptible de cristalliser en prismes tétraèdres, et qu'il a nommé *sel neutre arsenical*: c'est l'arseniate de potasse. Il avoit cru qu'aucun acide ne pouvoit le décomposer; mais Pelletier prouva, par plusieurs expériences, que l'acide sulfurique décomposoit les arseniates de potasse et de soude. Il fit voir la véritable cause qui rendoit le sel arsenical de Macquer indécomposable dans les vaisseaux fermés, et par quel genre d'affinité ce sel lui-même s'y formoit dans la distillation du nitrate de potasse et de l'oxide blanc d'arsenic. Pelletier avoit été devancé dans ce travail par Scheele, par Bergman, par les académiciens de Dijon et par Berthollet; mais il a du moins le mérite d'avoir bien développé tous les phénomènes de cette opération, en retenant et en déterminant même la quantité de gaz qu'elle pouvoit fournir.

C'est encore dans le laboratoire de chimie du collége de France qu'il fit diverses observations sur la cristallisation artificielle du soufre et du cinabre, sur l'opération du phosphore faite en grand, sur la cristallisation des sels déliquescens, sur l'acide muriatique oxigéné relativement à l'absorption du gaz oxigène par l'acide muriatique, sur la formation des éthers, et particulièrement sur la préparation de l'éther muriatique et de l'éther acétique. Encouragé par le succès de ces premiers

travaux, qu'il offrit, avec toute la sensibilité de la reconnoissance, à celui qui les avoit fait naître, il entreprit d'analyser la zéolithe, genre de pierre que Cronstedt avoit fait connoître en 1756, et qui a la propriété de former, avec les acides, une gelée transparente. Il trouva que la zéolithe blanche de Feroé est composée de silice, d'alumine, de chaux et d'eau; tandis que la fausse zéolithe de Fribourg en Brisgaw, qui, traitée avec les acides, forme, ainsi que la précédente, de la gelée, n'est qu'une calamine. En 1785 il fit l'analyse de la plombagine, ou carbure de fer, substance qu'on avoit confondue avec le molybdène, et qui en est très-différente. Il reprit les expériences de Margraf sur l'union du phosphore avec les substances métalliques; il les multiplia, et parvint à obtenir des phosphures d'or, d'argent, de cuivre, de platine, de fer, d'étain, de plomb, et même des phosphures de mercure, de zinc, de cobalt, de bismuth, d'antimoine, de manganèse et d'arsenic. Dans ses recherches sur l'étain uni au soufre, on trouve différens procédés pour faire l'or musif, ou or de mosaïque, qui est le résultat de la combinaison de l'oxide d'étain avec le soufre. Lorsqu'on proposa en 1790 de faire de la monnoie de cuivre avec le métal des cloches, il fut un des premiers qui fit connoître la possibilité d'affiner ce métal, et de le réduire à l'état de cuivre pur. Ses premiers essais furent faits à Paris avec l'oxide de manganèse: il alla ensuite les varier et les vérifier en grand à la fonderie de Romilly.

Il est un bleu factice, un véritable produit de l'art, dont les peintres et les papetiers font un grand usage, sous le nom de *cendres bleues d'Angleterre*. On ne connoissoit point en France la manière de les préparer. Pelletier chercha d'abord à connoître quelles sont les substances qui les composent, et trouva qu'en traitant avec la chaux le précipité obtenu de la composition du nitrate de cuivre par la chaux, on pouvoit faire des cendres bleues égales en beauté à celles d'Angleterre. On a donné le nom de *strontiane* à une terre découverte à Strontian, dans le comté d'Argyle en Écosse. Quelques chimistes avoient présumé qu'elle étoit de même nature qu'une autre terre connue sous le nom de *barite*. En soumettant à des expériences comparatives la strontiane pure et la barite pure, il découvrit que ces deux terres ne donnent point des résultats analogues, et qu'elles sont différentes l'une de l'autre. Des expériences faites sur divers animaux lui apprirent que le carbonate de strontiane, spécifiquement plus léger que celui de barite, peut être pris intérieurement sans danger; tandis que le carbonate de barite, soit natif, soit artificiel, est un vrai poison, et que le muriate de barite, recommandé depuis peu par quelques médecins comme un remède contre la maladie scrofuleuse, peut causer des accidens graves, lorsqu'on le fait prendre à haute dose.

On a encore de Pelletier plusieurs mémoires insérés dans le premier volume de ceux de l'Institut, dans les *Annales de chimie*, dans le *Journal de physique*. Tous

ses ouvrages attestent la sagacité avec laquelle il savoit développer les phénomènes des compositions et des décompositions, en suivant, dans ses analyses, les fils déliés de la science, qui se répondent et qui se touchent par des points imperceptibles.

En 1792 il se transporta à la Fère pour assister à des épreuves que l'on vouloit y faire d'une nouvelle poudre à canon. Obligé, pour rendre ses expériences plus décisives, de passer une grande partie du jour exposé aux injures de l'air, pendant une saison froide et humide, sa santé, naturellement très-délicate, en fut altérée : il commençoit à se rétablir, lorsqu'il devint la victime du zèle dont il étoit animé pour les progrès de la science qu'il cultivoit avec tant de succès. Il éprouva de violentes suffocations en respirant, à différentes reprises et pendant long-temps, du gaz acide muriatique oxigéné. Le mal, qui le minoit sourdement, fit des progrès rapides, et il mourut de la pulmonie le 3 thermidor an 5 (21 juillet 1797 vieux style). Si la carrière qu'il a parcourue a été courte, il y a du moins laissé une trace profonde que le temps n'effacera point. Tous les engagemens qu'il avoit pris avec la science qu'il a tant aimée, il les a tenus jusqu'à la mort ; et, dans ses derniers momens, sa plus grande consolation a été d'en parler encore. Il étoit d'un caractère timide et d'une constitution foible ; mais il avoit cette activité d'ame si nécessaire dans la recherche des vérités qui sont toujours inaccessibles à ceux qui ont le sentiment froid. Comme savant, il n'a

mis dans la réputation qu'il laisse après lui que son mérite, dans sa vie privée que la vertu, dans toutes ses actions que la décence et l'honnêteté. L'Académie des sciences l'avoit reçu parmi ses membres après la mort de Tillet en 1791 ; et la place qu'il a occupée dans la classe des sciences mathématiques et physiques de l'Institut est aujourd'hui remplie par le citoyen Deyeux.

NOTICE

SUR LA VIE ET LES OUVRAGES DU C^EN BAYEN,

Par le citoyen Pierre LASSUS.

Lu à la séance publique le 15 germinal an 6.

PIERRE BAYEN, membre de l'Institut national des sciences et des arts dans la section de chimie, naquit en 1725 à Châlons, département de la Marne. Ses parens apperçurent en lui, dès son enfance, d'heureuses dispositions pour l'étude, qu'ils s'empressèrent de favoriser en l'envoyant à Troyes dans un collége où il fit ses humanités avec succès.

Le cours de ses études étant terminé, son goût pour les sciences se développa et se dirigea naturellement vers celle qui, par la multitude des objets qu'elle embrasse et par l'étendue des connoissances qu'elle exige, a mérité le surnom de *philosophie naturelle*. Le jeune Bayen, en recevant les premières leçons de chimie, apprit que pour faire des progrès réels dans cette science, il faut, avec un esprit juste et un sens droit, être encore guidé par des lumières particulières que la nature ne donne pas et que l'on n'acquiert que par un travail long

et opiniâtre. Muni des connoissances préliminaires et rempli du desir de les augmenter, il vint à Paris en 1749 et se mit sous la direction d'un habile pharmacien parent du célèbre Charas. L'intelligence et les heureuses dispositions de l'élève ne purent échapper à l'habileté et à la pénétration du maître, qui, trouvant encore dans un jeune homme avide de connoissances un caractère et des goûts conformes aux siens, en fit son ami plutôt que son disciple, lui procura tous les moyens de s'instruire, et lui confia le soin de diriger son laboratoire.

Ses espérances ne furent point trompées. Bayen se livra pendant plusieurs années à tous les travaux de la pharmacie, et acquit dans cet art une telle habileté, qu'on le nomma, avant qu'il eût atteint l'âge de trente ans, pharmacien en chef de l'armée d'Allemagne dans la guerre de sept ans. Il remplit cette place avec un succès égal à la confiance qu'on lui avoit accordée, ne cherchant pour récompense des fatigues qu'il eut à essuyer, que la satisfaction de rendre d'utiles services dans les hôpitaux.

Après la paix il revint à Paris. A cette époque le gouvernement desiroit effectuer le projet, médité depuis long-temps, de faire analyser toutes les eaux minérales qui sont si communes en France. Ce fut à Rouelle qu'on eut le bon esprit de s'adresser pour faire choix de chimistes capables de bien remplir cet objet. Rouelle indiqua Bayen et Venel. Ils s'en occupèrent d'abord en commun, et publièrent le résultat de leurs observations. Mais une entreprise de cette nature exigeant, pour être

achevée, un travail de plusieurs années, et des circonstances particulières ayant forcé Venel à le discontinuer, Bayen en resta chargé seul et s'en occupa sans relâche. Il publia successivement divers ouvrages qui donnèrent sur les eaux minérales des connoissances beaucoup plus étendues que celles qu'on avoit eues jusqu'alors. Les eaux qu'il analysa plus particulièrement furent celles de Barége et de Bagnères de Luchon. Cette dernière analyse est un modèle d'exactitude à suivre dans les travaux de ce genre, auxquels il eût été impossible alors de rien ajouter. Son ouvrage, écrit avec méthode, peut, en instruisant le chimiste et le médecin, être encore utile au naturaliste, et même au littérateur, par l'intérêt que l'auteur a su mettre dans un sujet qui en paroît peu susceptible, et par les détails variés dont il est rempli. Il auroit été à desirer que ce grand travail commencé par Bayen et Venel eût été continué : mais les fonds destinés à son exécution ayant été appliqués à d'autres objets, on ne s'en occupa plus ; et l'on n'est point encore aujourd'hui suffisamment instruit de la nature et de la composition de la plupart des eaux minérales de la France.

Bayen quitta les Pyrénées, et, libre de toutes fonctions publiques, il se livra à son penchant pour la chimie. Dans ses voyages, il avoit étudié l'histoire naturelle en parcourant les montagnes, et s'étoit convaincu de la nécessité d'analyser les corps pour connoître les différentes substances qui les composent. A cet effet, il avoit rassemblé plusieurs échantillons de minéraux qui lui avoient paru mériter une attention particulière. Ces

échantillons devinrent, entre ses mains, des matériaux précieux par les analyses savantes qu'il en fit, et qui l'occupèrent pendant plus de douze années. C'est alors que l'histoire naturelle, éclairée par la chimie, sortit des ténèbres dans lesquelles elle étoit plongée. La disposition des collections minéralogiques fut changée, et les catalogues prirent un ordre plus conforme à la nature, dont on vouloit connoître et décrire les productions. Il faut rapporter à ce grand travail de Bayen ses différens mémoires sur les marbres, les serpentines, les porphyres, les ophites, les granits, le jaspe, les schistes argileux et la mine de fer spathique; mémoires qu'il présenta à l'Académie des sciences, et que cette compagnie fit insérer parmi ceux des *Savans étrangers*.

Une révolution se préparoit alors dans la chimie. Stalh, l'oracle de cette science, enseignoit qu'un des principes essentiels dans la nature étoit le feu pur, ou la matière du feu fixée dans les corps combustibles. Il donnoit à cet élément ainsi combiné le nom particulier de *phlogistique*, ou principe inflammable. Bayen, qui dans toutes ses opérations ne cherchoit que la vérité, et ne se laissoit convaincre que sur des preuves évidentes, parce que l'habitude de l'expérience l'avoit rendu défiant, commença par douter de l'existence du phlogistique. Il communiqua d'abord ses doutes à quelques amis, et surtout au célèbre Macquer, qui ne les approuva pas. L'opinion de ce savant ne put néanmoins le décourager, et il continua ses recherches.

Ce fut principalement en travaillant sur les précipités

de mercure, que Bayen reconnut la fausseté de la théorie de Stalh, et qu'il acquit la preuve que tout ce qu'on appelle *oxide métallique* ne doit son excès de pesanteur, sa couleur et son état, qu'à l'absorption d'une des parties constituantes de l'air atmosphérique. Il fit, avec des appareils qu'il imagina, des expériences d'une exactitude si rigoureuse, qu'il parvint à calculer quel étoit le poids de la substance fixée dans le métal.

Lorsque Bayen vint offrir à l'Académie le travail dont on vient de parler, Lavoisier, qui étoit présent, s'occupoit aussi des oxides métalliques. Éclairé par le trait de lumière qui se répandoit sur la science, il rentre aussitôt dans son laboratoire, répète les expériences de Bayen, les trouve exactes, découvre qu'une portion de l'air retirée des chaux métalliques est beaucoup plus pure que l'air de l'atmosphère, que cette portion est la seule qui puisse servir à la combustion et à la respiration, donne à ce fluide le nom d'*air vital :* Lavoisier, dis-je, appliquant ses vastes conceptions sur toute la science, brise les entraves qui la retenoient captive, déchire le voile que Bayen n'avoit fait que soulever, voit s'écrouler devant lui toute la théorie de Stalh, et devient, par ses propres découvertes, le fondateur de l'une des plus mémorables époques de la chimie.

Diverses expériences continuées pendant trois années firent appercevoir à Bayen la propriété singulière qu'ont quelques-uns de ces précipités, de fulminer avec éclat lorsqu'on les mêle à une très-petite quantité de soufre sublimé. Nous passons sous silence plusieurs de ses tra-

vaux, pour ne parler que de celui qu'il entreprit sur l'étain. Il s'agissoit de savoir si ce métal contenoit réellement de l'arsenic, comme Margraf et Henckel l'avoient dit; et en supposant qu'il en contînt, si la quantité en étoit assez grande pour devoir le proscrire des usages de la vie civile. Les longues et pénibles recherches de Bayen lui ont fait reconnoître qu'il existe de l'étain pur, sans mélange, et qu'il en existe aussi qui est uni à une très-petite quantité de substance arsenicale. Ses analyses lui apprirent que l'étain du commerce, celui qui est travaillé par les potiers, contient encore du cuivre et de l'antimoine qui le durcissent, du zinc qui le blanchit, du bismuth qui le rend sonore, et sur-tout beaucoup de plomb qui en diminue la valeur. C'est essentiellement le plomb allié par fraude avec l'étain qui peut rendre ce dernier métal dangereux, ces deux substances étant solubles par les acides végétaux.

A peine ce travail sur l'étain fut-il rendu public, que les inquiétudes qu'avoient fait naître Margraf et Henckel disparurent : il fut rigoureusement démontré que la très-petite quantité d'arsenic contenue dans ce métal ne peut absolument être nuisible, et l'on ne pensa plus à bannir une vaisselle employée depuis si long-temps par nos pères.

Bayen avoit une telle habitude de considérer les objets et de juger de leur composition par les analyses qu'il avoit faites d'objets analogues, que souvent il lui suffisoit de les voir et de les toucher pour prononcer sur leur nature. Nous citerons en preuve de cette assertion, le

jugement qu'il porta sur l'une des balustrades de marbre situées dans la place de la Révolution. Malgré le poli et la dureté apparente de ce marbre, il prédit qu'il se dégraderoit en peu de temps, et il indiqua à notre confrère Deyeux, qui étoit présent, les divers endroits sur lesquels l'altération commenceroit à se manifester, et ceux qui résisteroient plus long-temps. Un an étoit à peine écoulé, que cette prédiction commença à s'accomplir. En moins de trois années l'altération fut si grande, qu'il s'étoit déja formé des excavations considérables dans les endroits qui avoient été indiqués. Bayen pensoit que les monumens qui ont subsisté sans altération sensible pendant une longue suite de siècles, ont été ceux dont les marbres étoient peu susceptibles d'être attaqués par l'action de l'air et de l'eau. De toutes ses analyses des marbres qui avoient appartenu à d'anciens monumens, il concluoit que lorsqu'il s'agit d'élever un édifice public, un architecte ne sauroit prendre trop de précautions pour s'assurer de la bonne qualité des matériaux qu'il emploie, sur-tout lorsqu'on les tire d'une carrière récemment ouverte. C'est ainsi qu'en faisant une application utile de la chimie à un art qui semble lui être étranger, il rappeloit cette vérité trop peu sentie, qu'il existe entre toutes les sciences un enchaînement qui les lie par des principes fixes et invariables.

Indépendamment des travaux que nous venons d'indiquer, il en avoit commencé plusieurs autres, qu'il n'a pu terminer par la multitude d'expériences qu'ils exigeoient afin d'obtenir des résultats certains. Il pensoit

que dans les opérations chimiques il faut, autant qu'il est possible, imiter la nature, qui agit lentement. Aussi l'a-t-on vu s'occuper pendant des années entières de l'examen d'une seule substance dans laquelle il cherchoit à découvrir et à séparer une matière que des moyens trop violens auroient détruite ou altérée s'il eût procédé avec plus de promptitude. C'est à cette sage mesure que nous devons la perfection qu'il a mise dans tous ses travaux; et son exactitude a été si grande, qu'il n'a jamais craint de voir ses expériences répétées par d'autres chimistes.

Cet homme laborieux, parvenu à l'âge de soixante ans, vit sa santé, qui jusqu'alors avoit été robuste, s'altérer insensiblement par une maladie longue et douloureuse. Plusieurs voyages qu'il fut obligé de faire, la perte de quelques amis, des chagrins domestiques et l'épuisement que lui avoient causé tous ses travaux, hâtèrent sa ruine. Il supporta patiemment tous ses maux, et cessa de vivre dans le mois de pluviose an 6, à soixante-douze ans.

C'étoit un homme d'un jugement très-sain, toujours dirigé par la force de la raison et par l'habitude de l'expérience. Dans la distribution des places qu'il eut à donner en qualité d'inspecteur des hôpitaux de l'armée, il étoit d'une justice sévère, accordant tout au mérite, inflexible aux sollicitations et à l'importunité, inexorable même à celles de ses parens et de ses amis. La chimie n'occupa point tous ses momens : les études variées qu'il avoit faites donnoient à sa conversation de l'intérêt et de l'agrément. Souvent consulté par des artistes et des ouvriers

de tout genre, il les questionnoit, entroit dans tous les détails de leur profession, et après s'être instruit avec eux, il les renvoyoit toujours plus éclairés qu'ils ne l'étoient. C'est parce que son nom restera dans l'histoire de l'art, dont il a préparé et hâté les progrès, que nous avons pensé que c'étoit pour nous un devoir, plutôt qu'une obligation consacrée par l'usage, de rendre solennellement hommage à la mémoire de cet homme célèbre, dont la mort est une perte pour la science et un sujet de regrets pour l'Institut national.

SUPPLÉMENT
A L'ARTICLE
ASTRONOMIE.

SECONDE COMÈTE
DE L'AN 7.

Le citoyen Méchain a découvert cette nouvelle comète, de l'observatoire national, le 20 thermidor, vers les deux heures du matin. Elle étoit entre les Gémeaux et le Lynx : on ne pouvoit l'appercevoir à la vue simple. Son noyau, très-petit, étoit entouré d'une légère nébulosité, et sans aucune trace de queue. Le diamètre de l'ensemble n'étoit que d'une minute environ. Depuis cette époque jusqu'à présent (16 fructidor) le mouvement apparent de la comète s'est accéléré, son noyau est devenu plus clair, la nébulosité qui l'entoure est beaucoup plus étendue, et on commence à y voir une petite queue dans la lunette; on l'apperçoit même foiblement à la vue simple. Elle s'est élevée vers le nord

jusqu'à 60 degrés de déclinaison, et elle va redescendre successivement vers l'équateur, en traversant la grande Ourse, les constellations du Serpentaire, d'Hercule, etc. On pourra la suivre pendant tout ce mois-ci et celui de vendémiaire. Les citoyens Messier et Bouvard l'ont observée assidument depuis que le citoyen Méchain en a annoncé l'apparition. Celui-ci en a déterminé la position à quinze jours différens, depuis le 20 thermidor jusqu'au 15 fructidor compris; et, d'après ses propres observations, il a calculé les élémens de son orbite comme il suit. Ils ne ressemblent à aucun de ceux des comètes précédentes.

Longitude du nœud ascendant	3ˢ	9°	34′
Lieu du périhélie sur l'orbite	0	3	36
Inclinaison de l'orbite		50	52 ½

Sens du mouvement . . . . rétrograde.
Passage au périhélie . . . . 21 fructidor an 7, à 4ʰ 34′ temps moyen à Paris.
Distance périhélie . . . . . 0,82387.

Cette comète est la quatre-vingt-onzième dont on connoisse les élémens de l'orbite, et c'est la dixième que le citoyen Méchain a découverte. Il continuera de l'observer jusqu'à sa disparition, et il rectifiera les élémens que l'on vient de rapporter, sur l'ensemble de ses observations, dont le détail sera publié dans le volume suivant. En attendant, en voici quatre fondamentales :

	Temps moyen à Paris.	Longitudes géocentriques.	Latitudes géocentriques boréales.
19 thermidor . . .	14h 59′ 14″	103° 55′ 40″	20° 14′ 11″
28.	13 31 40	108 35 28	26 18 50
6 fructidor . . .	9 41 57	115 13 34	33 31 15
13.	9 16 22	125 40 15	41 48 30

Les longitudes sont comptées de l'équinoxe moyen, et corrigées, ainsi que les latitudes, de l'effet de l'aberration.

FIN DE L'HISTOIRE.

MÉMOIRES
DE LA CLASSE
DES SCIENCES
MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES.

MÉMOIRE
SUR
LES ESPÈCES D'ÉLÉPHANS
VIVANTES ET FOSSILES,

Par le citoyen Cuvier.

Lu le premier pluviose an 4.

L'histoire naturelle est placée, pour ainsi dire, sur la limite qui sépare les sciences de pur raisonnement d'avec celles qui ont pour objet les faits positifs, et elle participe aux difficultés comme aux agrémens des unes et des autres. En effet, avec quelle volupté pure l'esprit du naturaliste s'abandonne à la contemplation paisible de cette multitude de faits si curieux

et si variés, de cette série immense d'êtres si différens et si bien assortis!

Avec quel enthousiasme son génie s'élève à la recherche des causes de ces faits, à la considération des rapports de ces êtres!

Mais aussi que de difficultés, que d'entraves dans sa marche vers ce double but! Celles qu'il éprouve dans la discussion des faits sont particulièrement désagréables en ce qu'elles ne sont point contre-balancées par les jouissances de l'amour propre, et que les travaux les plus pénibles ne procurent en ce genre que des succès sans gloire.

Cependant cette discussion est presque par-tout d'une nécessité absolue.

On a dit que la nature seule devoit être notre livre: mais nous ne pouvons pas y tout lire; nous n'en pouvons voir par nous-mêmes qu'une très-petite partie. Un homme qui ne seroit qu'observateur se concentreroit dans une sphère bien étroite; ses connoissances ne seroient à la science de la nature que ce qu'est la vie d'un homme à la suite des siècles. Ce n'est qu'en liant ses observations propres à celles des naturalistes de tous les temps et de tous les pays, qu'on peut agrandir le cercle de notre esprit. La critique, qui s'occupe essentiellement de juger de la vérité des faits rapportés par les autres, est donc aussi nécessaire au naturaliste qu'à l'historien, au géographe ou à l'antiquaire; mais combien les moyens qu'il y emploie sont-ils différens! Les hommes qui s'occupent des diverses branches de

l'histoire n'ont pour objets que les hommes, qui sont toujours les mêmes, et les actions des hommes, qui se ressemblent toutes. Les auteurs originaux qui leur servent de garans, n'ont eu besoin que d'une médiocre capacité pour s'assurer des faits, et eux-mêmes peuvent aisément juger si ces auteurs ont rapporté ces faits avec véracité.

En histoire naturelle, au contraire, combien peu de témoins capables de s'assurer de la vérité, et combien peu de moyens de juger de leurs observations, lorsqu'on ne peut pas les répéter soi-même!

Le mémoire que je vous présente aujourd'hui me paroît une preuve complète du peu de fond qu'on peut faire en histoire naturelle sur les rapports même des plus habiles gens, lorsqu'ils n'ont pas réuni autour d'eux tous les moyens de s'assurer des faits qu'ils avancent.

Combien de voyageurs, de savans de différens genres, de naturalistes même, n'ont-ils pas eu occasion d'observer des éléphans, soit en Europe, soit dans leur pays natal! Combien n'a-t-on pas écrit sur cet animal! Ses mœurs, son instinct, sa conformation, son anatomie, font l'objet de nombreux volumes.

Il n'est pas probable que les auteurs de ces écrits aient tous eu la même espèce pour sujet d'observations; le contraire est même démontré.

Eh bien! il n'y a dans toutes ces descriptions si longues et si nombreuses rien d'assez complet ni d'assez détaillé pour que les naturalistes en aient pu conclure que tous les éléphans n'étoient pas d'une espèce iden-

tique. Il va cependant être établi d'une manière incontestable dans ce mémoire qu'il en existe au moins deux différentes par le climat, les mœurs et la conformation.

Les ossemens des grands quadrupèdes qu'on a trouvés fossiles dans presque toutes les contrées du globe, ont été examinés et décrits, depuis Tentzelius jusqu'à Pallas, par une multitude de zoologistes; tous les ont rapportés sans difficulté à l'espèce de l'éléphant, et les savans qui s'occupent de la théorie de la terre, regardent comme constant qu'il y a eu une époque où les éléphans, qui ne se trouvent aujourd'hui que dans la zone torride de l'ancien hémisphère, habitoient les contrées septentrionales des deux continens.

Je me crois pourtant en état de prouver qu'au moins une grande partie des dépouilles fossiles en question a appartenu à des animaux qui différoient bien évidemment pour l'espèce d'avec nos éléphans d'aujourd'hui, quoiqu'ils leur ressemblassent assez pour devoir être regardés comme du même genre.

Ce sujet, quoique particulier, m'a paru digne de vous être présenté, et parce que l'éléphant est un animal si remarquable que tout ce qui concerne son histoire mérite notre attention, et parce que la détermination précise des espèces auxquelles ont appartenu les grandes dépouilles fossiles qui se trouvent presque partout, peut être d'une grande importance dans la théorie de la terre, peut servir à détruire des systèmes hasardés, et même à nous donner des lumières sur l'histoire si piquante et si obscure des révolutions de ce globe.

Article premier.

Des espèces d'éléphans existantes actuellement.

Ceux qui ont traité de l'histoire naturelle des éléphans ont toujours regardé ces animaux comme appartenant à la même espèce ; et ceux qui ont eu occasion d'en disséquer ou d'en décrire le squelette, n'ayant jamais comparé leurs observations à celles de leurs prédécesseurs, n'en ont point remarqué les différences, ou, s'ils en ont apperçu, n'en ont point recherché les causes.

Cependant on savoit que les éléphans d'Asie sont considérablement plus grands et plus forts que ceux d'Afrique ; qu'ils aiment les lieux secs et les hauteurs dont l'air est pur et serein, tandis que les africains habitent dans les bas-fonds et près des bords des rivières. Enfin les Asiatiques ont su de temps immémorial apprivoiser les éléphans qu'ils prennent dans leurs chasses, et les faire servir, soit à la guerre, soit à d'autres travaux : les éléphans d'Afrique, au contraire, n'ont jamais été domtés, et on ne les chasse que pour se nourrir de leur chair, pour leur enlever leur ivoire, ou pour se débarrasser de leur dangereux voisinage.

On pensoit que toutes ces différences provenoient de la nature du climat ou de la civilisation des habitans, et on n'imaginoit pas qu'elles tinssent à l'espèce même de ces animaux.

Quelques naturalistes, notamment Camper, Brugmans et le citoyen Faujas, ont remarqué depuis peu d'années des différences considérables entre des dents molaires qu'ils savoient appartenir toutes à des éléphans, et de là sont nés les premiers soupçons qu'il pouvoit y en avoir plusieurs espèces. Nous nous étions occupés long-temps sans succès, le citoyen Geoffroy, professeur de zoologie au Muséum d'histoire naturelle, et moi, dans un travail que nous avions entrepris en commun sur l'histoire des quadrupèdes, d'ajouter à ces premiers indices, lorsque la conquête que la République et les sciences naturelles ont faite de la collection du prince d'Orange, ci-devant stadhouder de Hollande, est venue les compléter, et a changé les soupçons en certitude.

Cette collection contient les squelettes de deux têtes, dont l'une appartient à un éléphant de Ceylan, et l'autre à un éléphant du Cap de Bonne-Espérance, et qui présentent des caractères spécifiques frappans. Comme je ne pense pas qu'on en ait publié aucune description comparative, je vais commencer par vous la donner, afin de servir de point fixe duquel je puisse partir pour des recherches ultérieures.

Comparaison des têtes d'éléphans de la collection stadhoudérienne.

La tête de l'éléphant de Ceylan, quoique plus grande, appartient néanmoins à un individu plus jeune, puisque ses sutures sont beaucoup plus apparentes. Ceci s'ac-

corde avec les observations faites sur les individus vivans.

Mais toutes les proportions de ces deux têtes diffèrent aussi.

Considérons d'abord leur face latérale en les appuyant sur les molaires et sur les bords des alvéoles des défenses : l'arcade zygomatique se trouve, dans l'une et dans l'autre, dans une situation à peu près horizontale. Ce qui frappe le plus, c'est le sommet de la tête, qui s'élève dans celui de Ceylan en une manière de double pyramide, et qui est presque arrondi dans celui du Cap.

Ce sommet répond à ce qu'on appelle dans l'homme et dans les autres animaux l'arcade occipitale. L'espace situé derrière cette arcade n'est sans doute si énorme dans l'éléphant que pour fournir au ligament et aux muscles cervicaux, des attaches proportionnées au poids de la masse qu'ils ont à soutenir. Quoi qu'il en soit, la différence de ces sommets vient de ce que la ligne frontale est beaucoup plus inclinée en arrière dans l'éléphant du Cap que dans celui de Ceylan : elle fait dans le premier, avec la ligne occipitale, un angle de 115°, et dans le second il n'est que de 90°. De là ont dû naître toutes les différences qu'on remarque entre ces deux profils, et dont nous allons énoncer les principales.

Dans l'éléphant du Cap, la hauteur verticale de la tête est à peu près égale à la distance du bout des os du nez aux condyles occipitaux (comme 33 à 32) ; dans l'éléphant de Ceylan, la première de ces lignes est de

près d'un quart plus grande (comme 24 à 19). La plus grande dimension de la tête, qui va du bord des alvéoles des défenses au sommet, est à une ligne qui lui est perpendiculaire, et qui va du bout des os du nez au bord antérieur du trou occipital, dans l'éléphant de Ceylan, comme 26 à 14, c'est-à-dire presque double; dans l'éléphant du Cap, comme 21 à 16, ou un peu moins d'un quart plus grande.

Outre ces différences dans les proportions, il y en a dans les contours. Le front de l'éléphant de Ceylan est creusé en courbe rentrante et concave, et a un sinus remarquable dans son milieu; celui de l'éléphant du Cap est au contraire convexe et uni. L'arcade qui sépare les alvéoles des défenses de ceux des dents molaires, est plus étroite et plus élevée dans l'éléphant de Ceylan, plus large et plus surbaissée dans celui du Cap. Le trou sous-orbitaire est plus large dans l'éléphant de Ceylan; dans celui du Cap il ressemble plutôt à un canal qu'à un simple trou. La fosse temporale est plus ronde dans l'éléphant du Cap, et l'apophyse qui la distingue de l'orbite est plus grosse que dans celui de Ceylan, où cette fosse a un contour ovale.

Si nous considérons ces deux têtes par leur face antérieure, nous y appercevrons des différences tout aussi frappantes.

La plus grande longueur de cette face, prise du sommet au bord de l'alvéole, est à sa plus grande largeur, prise entre les apophyses post-orbitaires du frontal, comme 5 à 3 dans l'éléphant de Ceylan, et

comme 3 à 2 dans l'éléphant du Cap. L'ouverture du nez est à peu près au milieu de la face dans l'éléphant de Ceylan; elle est plus éloignée d'un cinquième du bord de l'alvéole que du sommet de la tête, dans l'éléphant du Cap.

Les arcades zygomatiques sont plus saillantes dans celui-ci que dans l'autre.

La face postérieure de ces deux têtes ne présente pas des caractères moins différens. Dans celui du Cap elle est terminée supérieurement par une courbe demi-elliptique, et sa base est formée par deux lignes en angle très-ouvert; dans celui de Ceylan les côtés sont en arcs convexes, et le haut en arc légèrement concave. La hauteur des ailes du sphénoïde dans l'éléphant de Ceylan fait plus des trois quarts de celle du plan occipital, tandis que dans l'éléphant du Cap elle n'en fait pas à beaucoup près la moitié. L'extrémité postérieure des arcades zygomatiques est presque de niveau avec les condyles occipitaux dans l'éléphant du Cap, et dans celui de Ceylan elle est beaucoup plus longue.

C'est par leurs faces inférieures que les crânes des deux éléphans se distinguent de la manière la plus saillante et la plus tranchée. Les couronnes de leurs dents molaires sont si différentes, qu'il sera désormais impossible de les confondre.

Mais, avant de les décrire, il est bon de faire connoître quelques particularités sur le nombre, la structure et la manière de croître des molaires des éléphans; outre qu'elles sont curieuses, elles nous seront utiles

dans la suite de ce mémoire, et elles préviendront aussi une multiplication erronée des espèces.

La première de ces remarques a pour objet leur nombre : elle appartient au célèbre Pallas. Les jeunes éléphans n'ont de chaque côté qu'une seule molaire, quatre en tout; mais il y a dans une cellule du fond de la mâchoire un germe qui se fait jour avec le temps, et pousse, en se développant, la première dent en avant. Pendant ce temps l'éléphant a huit molaires; mais cette première dent, à force de s'user, s'ébranle et tombe bientôt, et l'autre, croissant toujours, finit par en oblitérer entièrement l'alvéole : alors l'éléphant n'a de nouveau que quatre molaires. La seconde use aussi par degrés sa couronne. Mais les premières dents sont toujours faciles à distinguer : elles sont plus courtes, et ont plusieurs racines coniques et distinctes, tandis que les secondes les ont toutes unies en un seul corps semblable à un coin, qui n'est retenu dans l'alvéole que par les sillons et les crénelures que produisent ces racines ou ces tubes collés à côté les uns des autres.

Voilà ce que dit M. Pallas.

Il me paroît que cette succession de dents peut se répéter plus souvent; car j'ai encore trouvé des germes dans les mâchoires de ceux qui avoient déja leurs huit molaires. C'est dans ces germes qu'on découvre clairement la structure propre aux dents d'éléphant.

Chacune de ces énormes molaires me paroît un composé d'une quantité de dents partielles toutes complètes, toutes munies de leur substance osseuse et de leur

substance émailleuse, ayant leurs racines propres avec les ouvertures ordinaires pour les vaisseaux et les nerfs. Ces dents partielles sont applaties et placées à la file les unes des autres, dans toute la longueur de la grosse dent; mais elles s'étendent chacune dans toute sa largeur : elles sont soudées ensemble par un ciment d'une nature particulière. Tant que ces lames restent dans la cellule du fond de la mâchoire, leur extrémité n'étant point usée est entièrement d'émail, et présente une suite de pointes obtuses, séparées par des sillons. A mesure que ces dents paroissent hors de la gencive, les pointes s'émoussent, s'usent, et sont remplacées par autant de petits cercles d'émail, pleins de matière osseuse, et séparés par le ciment. Lorsque la dent est usée encore plus avant, les cercles se confondent, et forment des figures oblongues, plus ou moins alongées dans le sens de la largeur de la dent totale. Enfin, comme le ciment et la matière osseuse sont d'une nature plus tendre, ils se creusent davantage, et l'émail se trouve former, sur la superficie de la dent générale, des lignes saillantes qui dénotent les coupes des dents partielles qui la composent.

C'est par les figures que forment ces lignes que les dents des deux espèces d'éléphans diffèrent évidemment. Dans celui du Cap, elles représentent des losanges, dont le grand diamètre, ou le transverse, est au petit, ou longitudinal, comme 2 $\frac{1}{2}$ ou 3 à 1. Les bords de ces losanges sont peu courbes et nullement festonnés : il y en a huit ou neuf dans chacune des molaires.

Dans l'éléphant de Ceylan, au contraire, les lignes d'émail représentent des rubans étroits et transversaux, dont les deux bords sont parallèles et ployés en festons très-nombreux et très-petits. Leur nombre va jusqu'à douze, et même au-delà dans les molaires des adultes.

Les deux têtes de la collection stadhoudérienne présentent aussi quelques différences dans les défenses : celles de l'éléphant de Ceylan sont plus longues à proportion de leur diamètre, et, outre leur courbure en arc, elles sont légèrement tordues; mais nous n'oserions affirmer que cela soit général pour l'espèce, et non particulier à l'individu.

Je crois qu'aucun naturaliste, après avoir lu cette description comparative que j'ai faite avec tout le soin et l'exactitude dont je suis capable, et dont les pièces originales existent dans la collection d'anatomie comparée du Muséum, ne pourra douter qu'il n'y ait deux espèces bien distinctes d'éléphans.

Quelle que puisse être l'influence du climat pour faire varier les animaux, elle ne va sûrement pas aussi loin : et dire qu'elle peut changer toutes les proportions de la charpente osseuse et la contexture intime des dents, ce seroit avancer que tous les quadrupèdes peuvent ne dériver que d'une seule espèce ; que les différences qu'ils présentent ne sont que des dégénérations successives : en un mot, ce seroit réduire à rien toute l'histoire naturelle, puisque son objet ne consisteroit qu'en des formes variables et des types fugaces.

Ce point une fois bien constaté, il s'agiroit à présent

de décider plusieurs questions qui paroissent s'élever. D'abord chaque espèce est-elle propre à une contrée? L'éléphant du Cap existe-t-il seul en Afrique, et celui de Ceylan en Asie, ou chaque espèce est-elle répandue dans les deux pays? A cet égard, je dois observer que, selon plusieurs voyageurs, les éléphans de la côte de Mozambique se rapprochent beaucoup de ceux des Indes par la grandeur et les habitudes ; de plus, j'ai vu chez le citoyen Poissonnier un crâne d'éléphant assez semblable à celui de Ceylan, et qu'on lui a dit venir d'Afrique : mais, d'un autre côté, ceux de la côte de Guinée et du Congo sont semblables à ceux du Cap. Celui que l'Académie des sciences disséqua à la fin du dernier siècle, et dont on conserve le squelette au Muséum, est de la même espèce : il venoit du Congo.

Une seconde question est celle-ci : N'y a-t-il que ces deux espèces-là, ou s'en trouveroit-il qui fussent distinctes de l'une et de l'autre? Les récits de quelques voyageurs, et d'autres indices, sembleroient le faire croire. Le crâne appartenant au citoyen Poissonnier se distingue de notre crâne de Ceylan en ce que son front est convexe, et que ses défenses n'ont que quelques pouces de longueur, tandis que dans celui de Ceylan, qui est plus petit, elles ont près de deux pieds. J'ai aussi vu une molaire d'éléphant qu'on ne peut guère rapporter ni à celui de Ceylan, ni à celui du Cap : son caractère particulier est que la coupe de ses lames donne un triangle très-obtus ou une demi-losange.

Enfin on prétend en Hollande qu'il y a dans l'île

de Ceylan une espèce particulière d'éléphant nain, qui n'atteint guère qu'à trois pieds de hauteur; on assure même que l'individu qui est dans la collection du stadhouder est de cette espèce, et qu'il est adulte, quoiqu'il égale à peine un veau de trois mois : mais ce ne sont là que des ouï-dire vagues.

Cette question sur le nombre réel des espèces d'éléphans actuellement existantes reste donc indécise; il n'y en a que deux de constatées, et nous ne pouvons que recommander l'examen des autres aux naturalistes voyageurs.

ARTICLE II.

Des espèces d'éléphans perdues.

TOUT le monde sait qu'on trouve en Russie et en Sibérie un grand nombre d'ossemens très-remarquables par leur grandeur, enfouis à peu de profondeur, et encore assez peu altérés. M. Pallas assure qu'il n'est en ce pays aucun fleuve un peu considérable, sur-tout lorsqu'il coule en rase campagne, qui n'en ait le long de ses bords. Le peuple de ces contrées croit qu'ils proviennent d'un animal qui vit sous terre, à la manière des taupes; il raconte qu'on a trouvé quelquefois ces os encore frais et sanglans, mais que l'animal ne se laisse jamais prendre vivant. Il lui donne le nom de *mammouth*, et l'on en recherche avec soin les cornes, qui ne sont autre chose que des défenses semblables à celles des éléphans, et composées de même d'un ivoire qui se peut employer dans les arts.

Les voyageurs plus raisonnables, Gmelin et Messer-Schmid, ont regardé ces os comme provenant d'éléphans. Ce dernier l'a établi en fait par une comparaison suivie ; et le citoyen Daubenton, qui n'avoit vu pour lors qu'un *femur* et un *humerus*, a été de la même opinion.

M. Pallas dit que le cabinet de l'Académie de Pétersbourg en possède trois crânes entiers et plusieurs fragmens, et qu'ils sont tout-à-fait semblables à ceux des éléphans d'aujourd'hui, et par la forme totale, et par la structure des dents.

Cependant, si nous devons en juger par les fragmens que nous possédons, et par la figure que Breyne en a donnée dans les *Transactions philosophiques*, n°. 446, planche I[ere], il y a des différences assez considérables.

Les branches de la mâchoire inférieure forment un angle bien plus ouvert que dans l'éléphant de Ceylan ; la base du triangle isoscèle qu'elles représentent, est à sa hauteur comme 4 à 3 : elle lui est égale dans l'éléphant de Ceylan.

Le canal qui la termine est plus ouvert ; sa largeur égale sa longueur : elle est moindre dans l'éléphant de Ceylan ; il s'aiguise en un bec plus long et dirigé en bas.

La hauteur des branches est plus considérable, eu égard à leur largeur ; leur contour est presque droit par en bas, tandis qu'il est fort convexe dans l'éléphant d'Asie.

Enfin les dents molaires du mammouth, quoique formées de lames analogues à celles de l'éléphant de Ceylan, les ont plus minces, plus rapprochées, plus nombreuses et moins festonnées.

Ces différences ont été observées par moi-même sur deux mâchoires inférieures trouvées aux environs de Cologne.

Quant au crâne, je ne le connois que par la figure de Breyne : il ressemble beaucoup à celui de l'éléphant des Indes ; mais les alvéoles des défenses sont deux fois plus longs, proportionnellement avec les dimensions de la tête, que dans l'éléphant des Indes, et ils restent unis l'un à l'autre dans tout ce prolongement : c'est ce qui explique pourquoi la mâchoire inférieure du mammouth est si obtuse.

Je crois donc pouvoir prononcer que le mammouth diffère, par l'espèce, des éléphans de Ceylan et du Cap que nous connoissons aujourd'hui.

Ce n'est pas seulement en Sibérie qu'on en trouve des os ; toutes les contrées de l'Europe en ont offert en différens temps, et en dernier lieu on en a trouvé en Allemagne une mâchoire entièrement semblable à celles qui se trouvent au Muséum : elle a été décrite et figurée par M. Merk, conseiller du landgrave de Hesse-Darmstadt.

On sait combien les géologistes ont été féconds en hypothèses pour expliquer comment on trouve si abondamment dans le nord des ossemens d'animaux qui n'habitoient que la zone torride. Je crois qu'on feroit un grand pas vers la perfection de la théorie de la terre, si on parvenoit à prouver qu'aucun de ces animaux n'existe plus aujourd'hui ni dans la zone torride ni ailleurs.

Je crois avoir établi du moins que nous n'y connoissons pas l'original du mammouth.

Je vais en montrer un autre exemple qui appartient aussi au genre de l'éléphant, et qui trouve par conséquent ici sa place naturelle.

On trouve dans divers endroits de l'Amérique septentrionale les ossemens d'un très-grand quadrupède que les sauvages appellent le père aux bœufs.

Le premier Européen qui en ait découvert est un officier français nommé Longueil, à qui des sauvages remirent, en 1739, un très-grand fémur, une défense et quelques dents molaires, qu'ils avoient trouvés, avec beaucoup d'autres os, sur les bords d'un marais peu éloigné de l'Ohio.

Ces dépouilles sont encore aujourd'hui au Muséum d'histoire naturelle. Notre vénérable confrère Daubenton ayant comparé le fémur à celui de l'éléphant, les trouva assez semblables pour faire croire qu'ils appartenoient à la même espèce. Les dents molaires lui parurent semblables à celles de l'hippopotame. Il supposa donc, dans un mémoire lu à l'Académie en 1762, que les squelettes de ces deux espèces d'animaux s'étoient trouvés dans l'Amérique septentrionale. Il se pourroit cependant, observe-t-il avec sa prudence ordinaire, que ce fussent les dépouilles d'une troisième espèce qui réunît des caractères communs à ces deux-là. Cette dernière conjecture s'est vérifiée par la suite, comme nous l'allons voir.

Un autre Français, nommé Fabri, en 1748, et un

Anglais nommé Crogham, en 1765 et 1766, trouvèrent des os et des défenses pareilles, mais toujours accompagnées de ces grosses molaires qui avoient paru analogues à celles de l'hippopotame, et jamais d'aucune molaire d'éléphant.

Plusieurs autres personnes ont reçu, en France et ailleurs, de ces différentes parties, sans qu'on ait jamais vu de molaires d'éléphant venues d'Amérique (1).

Franklin, alors en Angleterre, et le lord Shelburne, reçurent, vers 1768, différens morceaux de dépouilles de cet animal de l'Ohio : il y avoit, entre autres choses, la moitié d'une mâchoire inférieure, avec la branche montante, le condyle et toutes les parties caractéristiques, qui se trouve aujourd'hui dans le Muséum britannique. Sa ressemblance avec l'éléphant ne laisse aucun doute qu'elle n'ait appartenu à un animal semblable; mais elle est garnie de molaires toutes différentes.

A demi usées, telles que les avoit vues le citoyen Daubenton en 1762, elles ont en effet quelque rapport, quoiqu'éloigné, avec celles de l'hippopotame, par les figures de doubles losanges que leur couronne présente; mais lorsqu'elles sont entières, elles n'ont que des pointes grosses, mousses, rangées par paires, et partageant la couronne en collines et en sillons transversaux. Quoique le citoyen Daubenton ait aussi décrit, dans le douzième

(1) M. Autenrieth, professeur d'anatomie à Tubingen, m'annonça cependant avoir trouvé, en Amérique, des dents qui s'approchent, par leur conformation, de celles de l'éléphant d'Afrique.

volume de l'*Histoire naturelle*, de ces dents dans le dernier état, et qu'il les ait rangées comme appartenant à une espèce différente, la série que nous en avons aujourd'hui au Muséum, où on peut en suivre toutes les dégradations, ne laisse aucun doute sur leur identité. Les pointes mousses de leur couronne avoient fait penser à William Hunter que l'animal qui les portoit étoit d'espèce carnivore; mais Camper a bien démontré le contraire par le défaut de canines et le manque d'incisives à la mâchoire inférieure. Il ajoute qu'il est très-vraisemblable que cet animal avoit un cou assez court pour supporter la masse énorme de sa tête et de ses défenses; que par conséquent la nature lui avoit donné une trompe semblable à celle de l'éléphant pour prendre ses alimens.

Il n'est donc pas douteux que l'animal dont on trouve les dépouilles sur les bords de l'Ohio n'ait été du genre de l'éléphant: aussi M. Pennant n'a pas balancé d'en faire une espèce sous le nom d'*elephas americanus*, qu'il suppose exister encore dans l'intérieur de l'Amérique septentrionale.

Mais cette hypothèse n'expliqueroit pas encore les dépouilles qui se sont trouvées dans divers lieux de l'ancien continent. M. Pallas en a recueilli plusieurs dents en Sibérie, et il y en a au Muséum une énorme venue de la petite Tartarie.

Voici ce qui me paroît résulter de tous les faits exposés jusqu'ici. 1°. L'animal dont on a trouvé les dépouilles en Canada est du genre de l'éléphant.

2°. Il diffère, par l'espèce, des éléphans d'aujourd'hui et du mammouth.

3°. Ses caractères sont, que les lames de ses molaires sont plus épaisses et bien moins nombreuses; que leur couronne présente seulement trois ou quatre paires de grosses pointes mousses, qui s'usent moins vîte que dans les éléphans ordinaires; que lorsqu'elle est usée, on y voit trois ou quatre paires de losanges; que ces dents sont de très-peu plus longues que larges; que cet animal, sans être plus haut que les éléphans d'Asie ou d'Afrique, avoit les os plus massifs et plus épais.

4°. Cette espèce a vécu dans l'Amérique et dans beaucoup d'endroits de l'ancien continent.

5°. Enfin on n'en a retrouvé aucune trace parmi les quadrupèdes qui existent de nos jours.

Qu'on joigne à ces deux exemples d'animaux dont on ne retrouve pas les originaux, le crocodile de la montagne de Saint-Pierre à Mastricht, touchant lequel le citoyen Faujas prouvera, dans un ouvrage qui doit bientôt paroître, qu'il diffère du crocodile du Nil et de celui du Gange; les quadrupèdes des cavernes de Gaylenzeuth au pays d'Anspach, qu'on avoit rapportés à l'ours marin, et que je prouverai en différer considérablement; les rhinocéros fossiles de Sibérie, que je prouverai n'être semblables ni à ceux d'Afrique ni à ceux des Indes, comme Camper, qui n'avoit pas vu de ces derniers adultes, le soupçonnoit; les bois pétrifiés d'une espèce de genre de cerf, mais qui ne sont ni d'un élan, ni d'un renne, ni d'aucune espèce connue, et

qu'on trouve également dans la montagne de Saint-Pierre.

Qu'on se demande pourquoi on trouve tant de dépouilles d'animaux inconnus, tandis qu'on n'en trouve presque aucune dont on puisse dire qu'elle appartient aux espèces que nous connoissons, et l'on verra combien il est probable qu'elles ont appartenu à des êtres d'un monde antérieur au nôtre, à des êtres détruits par quelques révolutions de ce globe; êtres dont ceux qui existent aujourd'hui ont rempli la place, pour se voir peut-être un jour également détruits et remplacés par d'autres.

Quant aux considérations purement zoologiques auxquelles je reviens, j'en déduis les caractères distinctifs des quatre espèces que j'ai décrites dans le cours de ce mémoire. Les voici :

Espèces qu'on sait exister.

Elephas capensis, *fronte convexâ, lamellis molarium rhomboïdalibus.*

Elephas indicus, *fronte plano-concavâ, lamellis molarium arcuatis undatis.*

Espèces qu'on ne connoît que fossiles.

Elephas mammonteus, *maxillâ obtusiore, lamellis molarium tenuibus rectis.*

Elephas americanus, *molaribus multi-cuspidibus, lamellis post detritionem quadri-lobatis.*

NOTE ADDITIONNELLE.

27 Sept. 1798

Les réglemens de l'Institut m'obligent d'imprimer, aujourd'hui 6 vendémiaire an 7, ce mémoire tel qu'il a été lu le premier pluviose an 5. Depuis ce temps je vois que les caractères pris des dents ont déja été indiqués dans différens ouvrages, comme dans la nouvelle édition du *Manuel* de Blumenbach et ailleurs; mais comme on n'a point encore donné de figure ni de description des têtes, cette partie du mémoire conservera son utilité. J'ai fait depuis beaucoup de recherches sur les animaux fossiles, et j'en ai découvert plusieurs espèces distinctes non seulement de celles que l'on connoissoit déja dans cet état, mais encore de toutes celles que nous savons exister vivantes.

L'une d'elles, qui est très-voisine de l'éléphant de l'Ohio, se trouve à Simore, à Dombes et au Pérou.

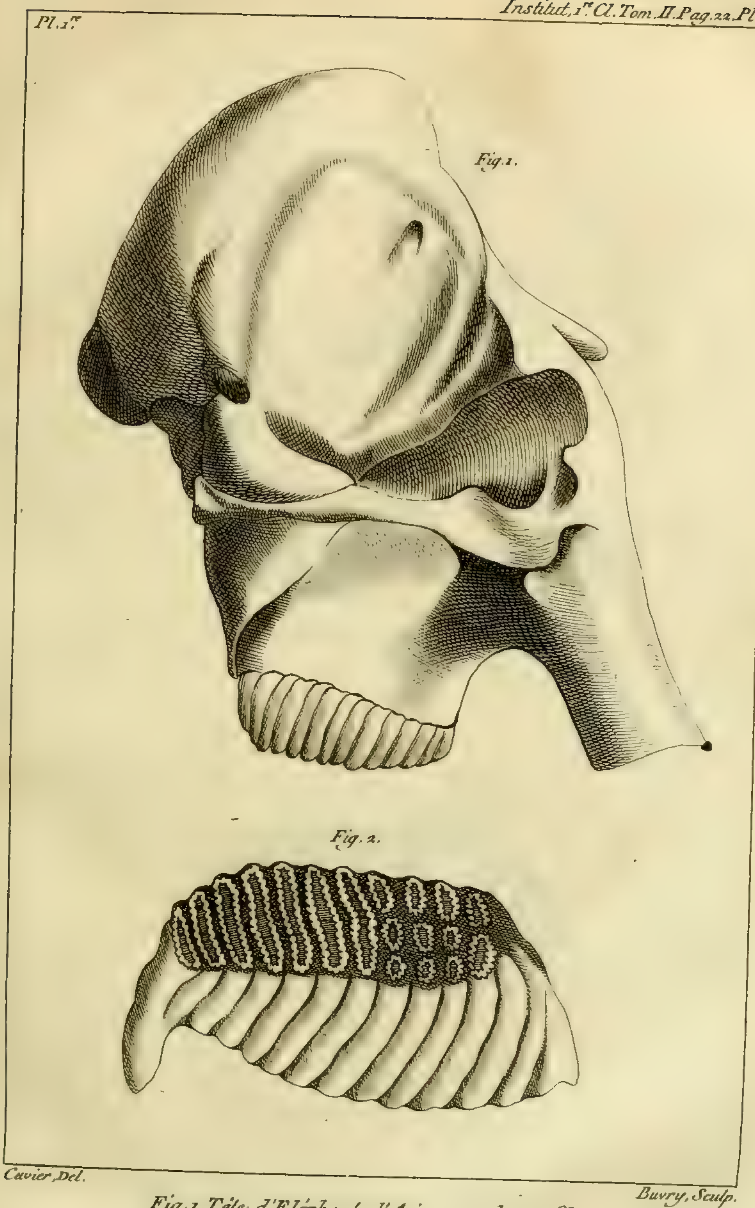
Une autre, qui ressemble au tapir, se trouve dans les couches de la montagne Noire, département de l'Hérault.

Une troisième, qui ressemble aussi au tapir par les dents, mais qui égale l'éléphant pour la taille, se trouve à Comminge.

Une quatrième, dont les dépouilles sont très-abondantes aux environs de Paris, tient le milieu entre le tapir, le rhinocéros et les ruminans.

Je consigne ici ces faits, parce que le mémoire qui les contiendra sera peut-être encore quelque temps avant d'être imprimé.

Pl. 1re



Cuvier, Del.

Buvry, Sculp.

Fig. 1. Tête d'Eléphant d'Asie, vue de profil.
Fig. 2. Dent Molaire du même.



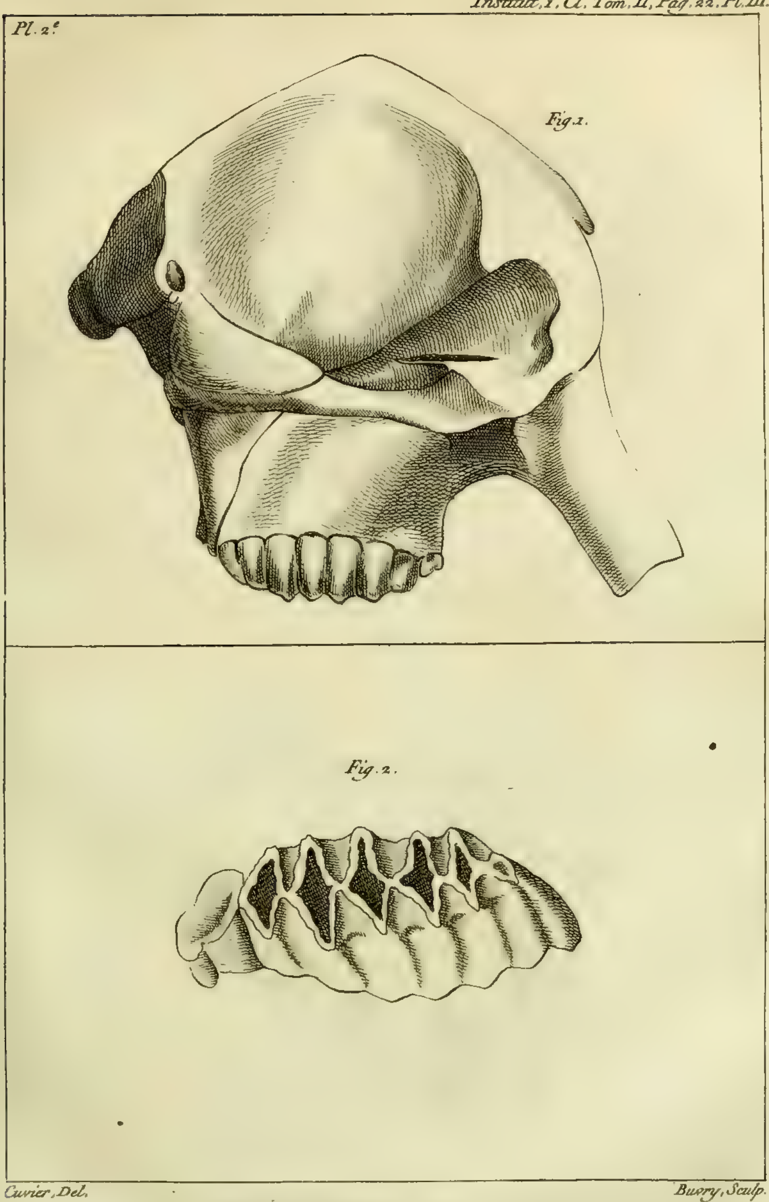
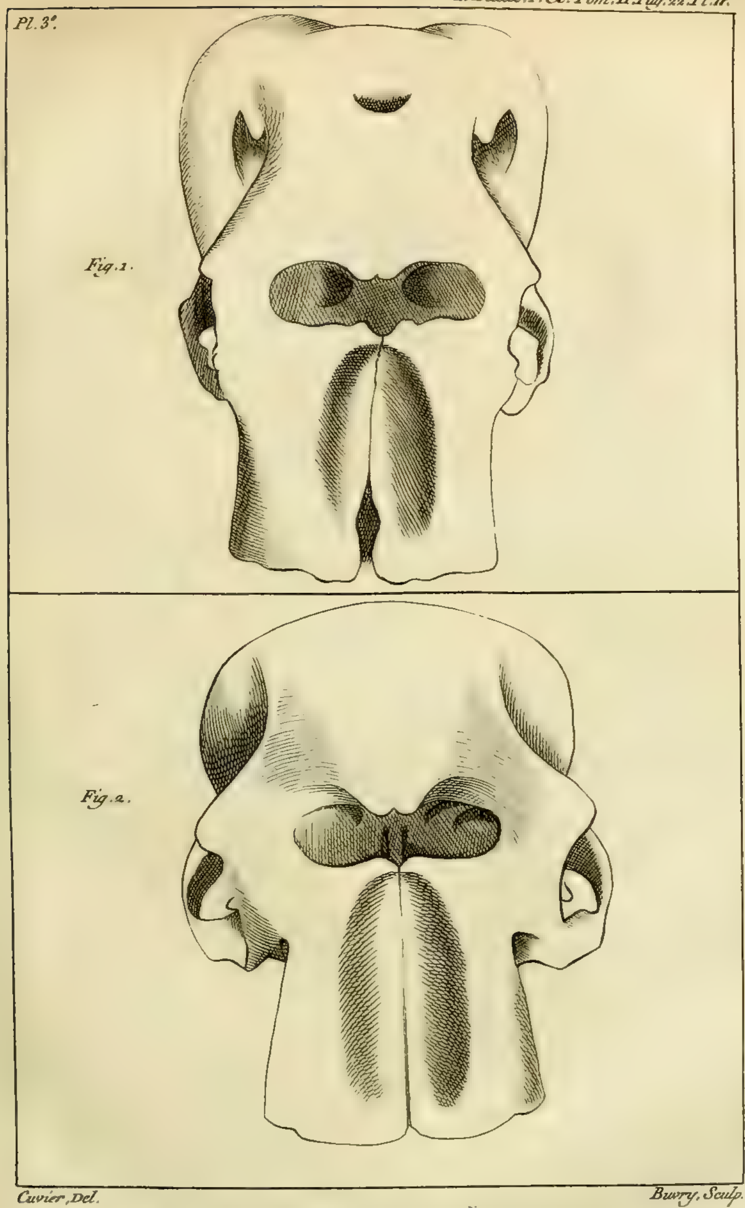


Fig. 1. Tête d'Elephant du Cap, vue de profil.
Fig. 2. Dent Molaire du même.

Pl. 3e.



Cuvier, Del. Bury, Sculp.

Fig. 1. Tête d'Eléphant des Indes } vus de face.
Fig. 2. Tête d'Eléphant du Cap }



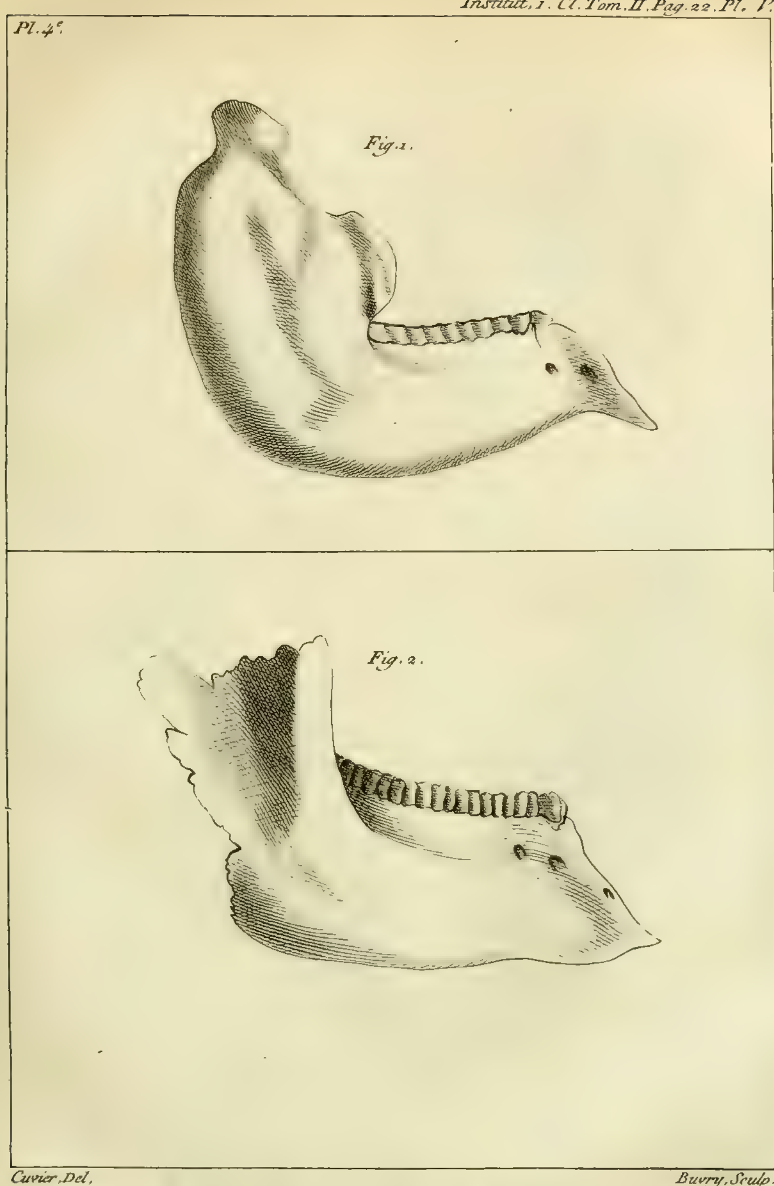
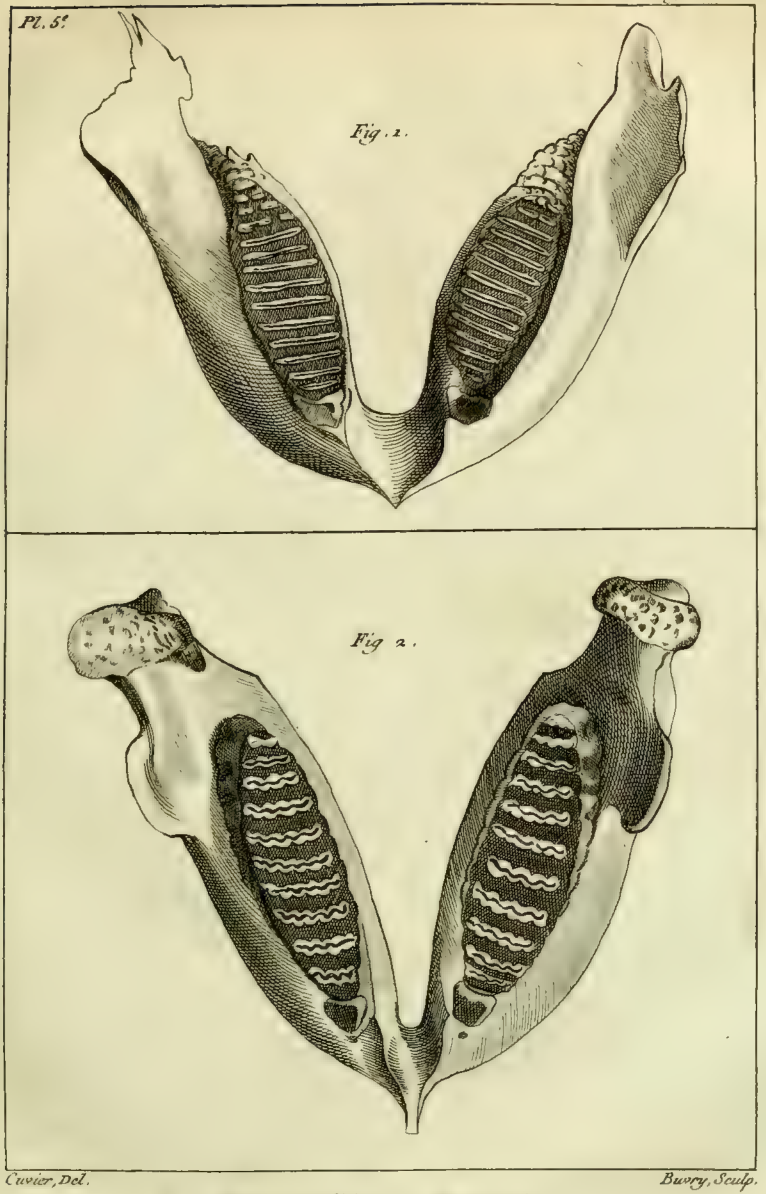


Fig. 1. Machoire inférieure d'Eléphant des Indes } de profil.
Fig. 2. Portion de Machoire inférieure de Mammouth. }





Cuvier, Del. Buvry, Sculp.

Fig. 1. Machoire inférieure de Mammouth.
Fig. 2. Machoire inférieure d'Eléphant des Indes.



OBSERVATIONS

Sur une maladie des arbres, et spécialement de l'orme (ulmus campestris Lin.), *analogue à un ulcère*,

Par le citoyen VAUQUELIN.

Lu le 11 vendémiaire an 5.

Les vieux arbres sont souvent attaqués d'une maladie qui annonce communément la décrépitude de l'individu, et qui consiste dans une altération manifeste de sa substance interne. Cette maladie, qu'on pourroit appeler ulcération sanieuse, en la comparant à ce qui arrive quelquefois aux animaux, n'est point encore, à ce que je sache, connue dans sa cause, ni même déterminée dans sa nature et ses résultats.

Si cette partie de l'économie rurale n'a pas fait des progrès aussi rapides et aussi certains que plusieurs autres, ne pourroit-on pas en attribuer la cause au peu de connoissances chimiques de ceux qui l'ont cultivée? On ne peut plus douter aujourd'hui que cette science ne soit capable de répandre un grand jour sur la nature des matières végétales, sur la végétation et sur les altérations que les humeurs et les organes des végétaux sont susceptibles d'éprouver.

Si le mode de la nutrition, de l'accroissement et de

la décomposition des végétaux, peut être expliqué par la chimie; le sol et l'exposition, la température, le climat et les autres conditions qui conviennent le mieux à chaque espèce de végétal, peuvent l'être également. De là les causes de leur altération seront prévues, et même souvent détruites, lorsqu'elles seront déja développées. Il y a donc, ou au moins il pourroit y avoir une médecine végétale qui auroit son hygiène, sa clinique et sa thérapeutique, comme la médecine animale a les siennes.

En examinant avec soin les ulcères des végétaux, on remarque qu'ils ont leur foyer primitif sous l'écorce; qu'en cet endroit les humeurs se décomposent et prennent un caractère d'âcreté qui corrode et détruit les parties solides, d'où naît une véritable carie très-analogue, par ses effets au moins, aux caries animales. La force vitale, établie par la nature dans les végétaux comme chez les animaux pour conserver les espèces, repousse ces humeurs altérées du torrent de la circulation; ce qui donne naissance aux écoulemens, aux suppurations, etc.

J'ai cru remarquer que les arbres qui croissent dans les lieux bas et humides, et sur un sol trop nutritif, sont plus sujets à cette maladie; j'ai également observé que les vieux en sont plus souvent attaqués que les jeunes, et qu'elle s'exerce principalement sur les ormes.

Il arrive souvent que cette maladie se guérit et que la plaie se ferme au bout de quelques années; mais il se forme à la surface du tronc une excroissance, une

espèce d'exostose végétale. Le bois ne recouvre jamais sa qualité première ; il reste plus ou moins brun, plus ou moins cassant, et beaucoup moins solide que celui des arbres qui n'ont point éprouvé les mêmes accidens. Les humeurs qui s'écoulent ainsi sur l'écorce des arbres, sont tantôt claires comme de l'eau, et ont une saveur âcre et salée ; tantôt elles sont légèrement colorées, et déposent sur les bords de la plaie une espèce de sanie molle comme une bouillie, et qui est indissoluble dans l'eau ; quelquefois enfin elles sont noires ou brunes, et entièrement dissolubles dans l'eau. Lorsque l'humeur qui coule des arbres est sans couleur, l'écorce qui la reçoit devient blanche comme une pierre calcaire ; elle acquiert une saveur alcaline très-marquée, et fait une vive effervescence avec les acides même foibles ; enfin elle devient friable, perd une grande partie de son organisation fibreuse, présente à sa surface et dans son intérieur de petits cristaux brillans. On y voit très-distinctement, à l'aide d'une loupe, des solides rhomboïdaux et des prismes à quatre pans.

L'humeur colorée communique à l'écorce une couleur noire très-luisante, comme si on y avoit appliqué un vernis. Il s'en trouve quelquefois si abondamment, qu'elle forme des espèces de stalactites. Cette matière est très-dissoluble dans l'eau, a une saveur lixivielle très-sensible, et fait une effervescence extrêmement écumeuse avec les acides. On conçoit aisément par ce qui vient d'être dit sur les propriétés générales de ces substances, qu'elles ne doivent se trouver que sur les

parties des troncs d'arbres qui décrivent des courbes, et dans les courbes mêmes, ou bien après une sécheresse de longue durée, puisqu'elles se combinent à l'eau, et que les pluies atmosphériques les dissoudroient sans cette disposition.

J'ai ramassé de ces différentes humeurs sur les ormes du parc de Saint-Cloud, qui sont presque tous atteints de cette maladie, et je les ai soumises aux essais suivans.

§. Ier.

De la matière blanche.

Première expérience. 4 onces 7 gros 46 grains, ou 151.478 grammes de cette écorce blanche, ont été lavés avec de l'eau jusqu'à ce qu'elle fût privée de tout ce qu'il y avoit de soluble dans ce liquide. Elle avoit pris dans cette opération une couleur légèrement ambrée, une saveur alcaline très-manifeste; elle avoit acquis la propriété de verdir le sirop de violettes, et de rétablir la couleur du tournesol rougi par un acide.

Seconde expérience. Cette lessive, soumise à l'évaporation, a fourni une matière brune, qui est devenue très-blanche par la calcination dans un vaisseau ouvert; elle pesoit 1 once 5 gros 36 grains, ou environ 51.536 grammes.

J'ai reconnu, par des expériences très-positives qu'il est inutile de détailler ici, que cette matière étoit un véritable carbonate de potasse, mêlé seulement d'une

petite quantité de sulfate de potasse. C'est sans doute cet alcali qui se présente dans l'écorce sous la forme de prismes à quatre pans.

Troisième expérience. L'écorce, lessivée à l'eau, a été plongée dans de l'acide muriatique étendu d'eau : il s'est produit une effervescence, comme cela a lieu avec une pierre calcaire. Lorsque le mouvement fut cessé, et qu'il ne se renouveloit plus par l'addition d'une nouvelle portion d'acide, on l'a pressée pour en exprimer la liqueur, ensuite on l'a lavée avec de l'eau pure : son poids n'étoit plus que de 3 onces après le desséchement.

Quatrième expérience. La liqueur provenant de l'expérience précédente avoit perdu son acidité; elle donnoit un précipité très-abondant par le carbonate de potasse et l'acide oxalique. L'eau de chaux y produisoit aussi un dépôt, mais beaucoup moins abondant que les premiers réactifs. M'étant assuré par ces essais que cette liqueur contenoit de la chaux et de la magnésie, j'ai suivi la méthode suivante pour en déterminer le rapport : la dissolution a été décomposée par le carbonate de potasse du commerce. La matière séparée et séchée pesoit 2 gros 10 grains, ou 8.173 grammes.

Traitée avec l'acide sulfurique étendu d'eau, il s'est formé du sulfate de chaux qui est resté au fond de la liqueur. La liqueur surnageante a été évaporée, et elle a fourni 31 grains et demi de sulfate de magnésie, qui représentent 10 à 12 grains de carbonate de magnésie;

d'où il résulte que les 4 onces 7 gros 46 grains d'écorce sont composés,

	onc.	gros	grains	ou en parties décimales
1o. De matière végétale, ...	3	//	//	0.605
2o. De carbonate de potasse mêlé de sulfate de potasse, ...	1	5	36	0.340
3o. De carbonate de chaux, ...	//	2	//	0.051
4o. De carbonate de magnésie, ...	//	//	10	0.004
	4	7	46	1.000

§. II.

De la matière noire.

Première expérience. J'ai déja dit que cette substance avoit une saveur alcaline, qu'elle étoit dissoluble dans l'eau, qu'elle faisoit effervescence avec les acides, et rétablissoit la couleur du tournesol rougie; j'ajouterai à ces premiers caractères que l'alcool la coagule, les acides la décomposent, les sels calcaires et métalliques la précipitent et en forment un *magma* très-épais.

Seconde expérience. Une portion de dissolution de ce corps dans l'eau, épaissie spontanément à l'air en consistance de sirop, ne s'est point moisie comme le font les extraits, les mucilages, les gelées végétales. De l'acide sulfurique étendu d'eau a produit une effervescence, et a formé dans cette dissolution un précipité rouge, extrêmement abondant, qui ne s'est pas dissous dans une grande quantité d'eau. Ce dépôt, lavé et égoutté sur un papier gris, se redissout de nouveau dans

l'eau; mais il en demande beaucoup. Les alcalis le dissolvent avec une merveilleuse facilité, et lui donnent une couleur rouge foncée. Les acides s'opposent à sa dissolution : aussi, tant qu'il en conserve quelques traces, il ne se combine pas avec l'eau.

L'acide sulfurique évaporé a fourni du sulfate de potasse légèrement coloré par une matière jaune.

Troisième expérience. L'alcool mis avec la dissolution de la matière épaissie à l'air, y a formé un *coagulum* très-épais, filant, qui s'est réduit ensuite en petits grumeaux. Cette substance, séparée de l'alcool, se dissout dans l'eau avec des phénomènes très-curieux (1).

L'alcool qui a servi à cette opération précipite le nitrate de cuivre en blanc, et fournit, par l'évaporation, du carbonate de potasse coloré par une petite quantité de la matière végétale.

Ces expériences prouvent assez que la matière noire qui s'écoule des ormes est une combinaison de carbonate de potasse avec une substance végétale particulière qui a

---

(1) En en mettant une petite masse dans une capsule avec de l'eau, tout-à-coup elle s'élève à la partie supérieure, et se divise en une foule de parties qui s'élancent avec une vîtesse extrême, comme si elles étoient frappées par un ressort, et s'agite ensuite en tout sens sur l'eau jusqu'à ce qu'elles soient dissoutes. Il paroît que c'est la présence de l'alcool dans cette substance qui produit cet effet; car lorsqu'elle en est entièrement dépouillée, il n'a pas lieu.

quelque analogie avec le muqueux, dont il s'éloigne cependant sous quelques rapports. Comme lui, il est dissoluble dans l'eau et indissoluble dans l'alcool; mais il est précipité de ses dissolutions par les acides, et le muqueux ne l'est pas.

Le muqueux donne, en brûlant, un acide reconnoissable par son odeur de caramel, et cette matière ne fournit qu'une fumée âcre et piquante qui ne ressemble en rien au caramel.

Il me resteroit maintenant, pour compléter l'histoire de ces matières, à expliquer comment elles se sont formées dans le végétal, en vertu de quelles lois elles ont été séparées de la masse du bois, par quel mécanisme le carbonate de potasse, de chaux, de magnésie, et cette matière noire, ont été mis à nu et se sont réunis dans un seul point.

Mon travail n'est pas encore assez avancé pour résoudre ces questions importantes. J'observerai seulement que les 1 once 5 gros 36 grains de potasse ou 51.536 grammes, obtenus de 4 onces 7 gros 46 grains d'écorce d'orme ou 151.478 grammes, équivalent à la quantité de cet alcali que donneroient par la combustion 50 livres du même bois; et comme je n'ai pas recueilli la dixième partie de cette substance répandue sur l'arbre, il s'ensuit que plus de 500 livres de bois ont été détruites par l'effet de la maladie dont l'arbre est attaqué.

EXPÉRIENCES

SUR

DES DÉTONATIONS PAR LE CHOC,

Par les citoyens Fourcroy et Vauquelin.

Lu le 15 germinal an 4.

Lorsque le citoyen Berthollet eut découvert, en 1786, le muriate suroxigené de potasse, les chimistes qui suivoient avec ardeur les progrès de la science, reconnurent bientôt que ce sel seroit, comme l'acide muriatique oxigené, un objet de recherches importantes pour la théorie, et un instrument précieux pour l'art. La rapidité avec laquelle il enflammoit les corps combustibles, la violence des combustions qu'il excitoit, a été le premier résultat de leurs essais. On sut bientôt et ce qu'on pouvoit attendre et ce qu'on devoit craindre de son usage dans la fabrication d'une nouvelle espèce de poudre à canon. Cette découverte, comme toutes celles des procédés de fulmination, eut ses victimes, et la mort funeste de deux individus à la fabrique d'Essone, en octobre 1788, dut ralentir les recherches des chimistes. Le nouveau sel dont il faut apprendre à diriger et à enchaîner les terribles effets, comme on a appris à

conduire et à diriger la foudre, produit des phénomènes qui semblent être d'un autre ordre que ceux qu'on a connus jusqu'ici. Parmi les propriétés qu'il nous a présentées, au citoyen Vauquelin et à moi, nous en décrirons ici quelques-unes dont les résultats méritent sur-tout d'être publiés, soit à cause des accidens qu'ils pourroient faire naître entre des mains novices ou imprudentes, soit en raison d'un point de théorie qu'ils sont très-propres à éclaircir.

On savoit, d'après Lavoisier, que le muriate suroxigené de potasse pétilloit, décrépitoit et lançoit des étincelles lorsqu'on le broyoit à sec sur un porphyre; on savoit encore qu'en le triturant avec du soufre et du charbon il s'enflammoit souvent, à moins qu'il ne fût humide, et voilà pourquoi on préparoit la poudre de muriate avec de l'eau.

Le citoyen Pelletier avoit connu en 1788, et nous avions décrit nous-mêmes en 1789, l'effet remarquable de l'acide sulfurique sur ce sel; mais il étoit important de constater avec précision ses effets sur les différens corps combustibles. C'est en faisant des expériences multipliées sur cet objet que nous avons trouvé les faits suivans.

1°. Trois parties de muriate suroxigené de potasse, et une partie de soufre en poudre, triturées doucement dans un mortier de métal, avec un pilon de même matière, produisent quelques détonations semblables à des coups de fouet très-secs; chacune d'elles est accompagnée d'une lueur rouge purpurine très-foncée. Si l'on

triture le mélange rapidement et en appuyant avec force sur le pilon, les détonations se multiplient et imitent des coups de pistolet; la lumière est plus vive et plus étendue, une partie de la matière est projetée hors du mortier. Cette expérience peut être conduite de manière à ressembler assez bien à une décharge de mousqueterie.

2°. 20 centigrammes (environ 3 grains $\frac{1}{2}$) du mélange précédent, fait par une trituration très-légère, frappés vivement sur une enclume avec un marteau pesant environ 5 hectogrammes (ou un peu plus d'une livre), produisent une détonation dont le bruit est aussi fort qu'un coup de fusil de munition; en même temps il s'échappe une belle lumière purpurine lancée en forme de rayons autour de l'enclume, et il s'élève une fumée blanche. Quelques centigrammes du même mélange, jetés dans de l'acide sulfurique concentré, brûlent avec rapidité, et donnent une flamme blanche-bleuâtre dont il est impossible de soutenir l'éclat. Il n'y a point de détonation : l'acide nitrique ne produit avec cette matière qu'une décrépitation et quelques étincelles rougeâtres.

3°. Un mélange de trois parties de muriate suroxigené de potasse, d'une demi-partie de soufre et d'une demi-partie de charbon, broyé rapidement dans un mortier de métal, détonne plus facilement et plus fortement que le précédent : sa flamme est rouge, et non purpurine. 20 centigrammes de cette poudre, sans autre préparation qu'un mélange inexact, frappés comme les

précédens, ont produit un plus grand bruit et une lumière plus forte; jetée dans l'acide sulfurique concentré, elle brûle avec la rapidité de l'éclair : sa lumière est rouge. Il n'y a point de détonation; elle décrépite et donne seulement beaucoup d'étincelles rouges dans l'acide nitrique.

4°. Parties égales d'antimoine en poudre fine et de muriate suroxigené de potasse, bien mêlées, frappées sur une enclume, détonnent avec grand bruit et avec une lumière rouge rayonnante. Le même mélange, jeté dans l'acide sulfurique concentré, ne s'enflamme point et ne produit que des étincelles rougeâtres.

5°. Le zinc en poudre et le muriate suroxigené de potasse, bien mêlés à parties égales, donnent, par la percussion du marteau, un bruit semblable à celui du mélange précédent, avec une flamme blanche; mais ce mélange de zinc ne produit pas même d'étincelle dans l'acide sulfurique.

6°. L'arsenic s'enflamme très-facilement en le triturant avec le muriate suroxigené de potasse. Ce mélange détonne très-fortement par le choc du marteau. Quand on le jette dans l'acide sulfurique concentré, il s'allume avec une vîtesse prodigieuse, et donne une fumée blanche qui forme dans l'air une couronne semblable à celle du gaz hydrogène phosphoré.

7°. Le sulfure de fer natif, ou pyrite martiale, réduit en poudre fine, et trituré avec parties égales de muriate suroxigené de potasse dans un mortier de fonte, s'enflamme instantanément et sans bruit. Ce

mélange, frappé sur le tas d'acier, détonne avec beaucoup de bruit et une flamme rouge très-brillante.

8°. Le sulfure rouge de mercure pétille et s'enflamme lorsqu'on le triture avec le muriate suroxigené; il produit par la percussion un bruit considérable; il ne s'allume point par l'acide sulfurique.

9°. Les oxides d'antimoine sulfurés (le kermès et le soufre doré) ne font qu'une légère détonation lorsqu'on frappe leur mélange avec le muriate. Ils ne donnent point de flamme, non plus que par l'acide sulfurique.

10°. Le mélange de charbon et de muriate suroxigené s'enflamme par la trituration, détonne par la percussion, et ne s'allume point par l'acide sulfurique.

11°. Le sucre, mêlé avec deux parties de muriate suroxigené de potasse, ne s'enflamme pas par la trituration; mais lorsqu'on le frappe sur l'enclume avec le marteau, il détonne avec beaucoup de force et une flamme rouge. L'amidon, la gomme en poudre, produisent absolument les mêmes effets que le sucre.

12°. Une pâte faite avec du muriate suroxigené de potasse et une huile volatile détonne avec une grande violence par le choc du marteau, en exhalant une belle flamme rouge. Cette pâte s'enflamme avec une célérité inimaginable par le contact de l'acide sulfurique concentré. En employant une huile fixe au lieu d'une huile volatile, la détonation de la pâte par la percussion est encore plus forte.

13°. L'alcool et l'éther, mêlés avec le muriate suroxigené de potasse de manière à le réduire en pâte,

détonnent assez violemment par le marteau, et présentent une flamme rougeâtre. Ces mélanges s'enflamment dans l'acide sulfurique concentré; mais leur lumière est alors lente et successive.

14°. Tous les mélanges détonnans que nous venons d'indiquer font entendre un beaucoup plus grand bruit sous le marteau qui les presse, lorsqu'on les frappe enveloppés dans un double papier qui les comprime. Ils détonnent tous par la commotion électrique. On observera que la poudre à canon ordinaire s'enflamme et détonne par le choc; mais il faut que la percussion soit beaucoup plus forte que pour nos mélanges ordinaires, et encore sa détonation n'approche-t-elle pas de la leur.

Voilà les faits que nous avons voulu faire connoître: ils prouvent que le muriate suroxigené de potasse est, de toutes les substances susceptibles de porter sur les corps inflammables l'agent exclusif de la combustion, celle qui le fait avec le plus de rapidité; ils prouvent que ce sel est pour les chimistes un des plus terribles réactifs qui puissent être en leur puissance; ils les avertissent qu'ils doivent mettre beaucoup de circonspection dans leurs essais et dans les expériences qu'ils voudront tenter sur ce sel fulminant, soit pour en appliquer les propriétés aux arts, soit pour en déterminer l'action sur les autres corps: mais ces mêmes faits offrent un phénomène qui doit jeter le plus grand jour sur la théorie de la combustion et sur la combinaison de l'oxigène; c'est celui de la détonation et de l'inflammation rapides par la percussion. Nous avons reconnu que plus le choc

est rapide, plus le contact entre la masse frappante et le mélange est multiplié, et plus le bruit est grand : ainsi sur un tas d'acier bien plat et bien uni il y a une détonation beaucoup plus forte avec un marteau dont la surface est également droite et polie. Cette percussion, ce choc, équivaut manifestement ici à l'effet du calorique, à celui du feu communiqué d'un corps à l'autre, à celui de la mèche allumée ou de l'étincelle qui fait partir la poudre dans les armes à feu. Ces expériences ne sont pas les seules dont la réussite dépende de l'effet mécanique de la pression : les effets chimiques de l'électricité, ceux de la pesanteur, les précipitations, les oxidations même, plus ou moins rapides ou plus ou moins avancées, la détonation de l'argent fulminant par le plus léger contact, et une foule d'autres phénomènes encore mal appréciés, ou seulement apperçus, tiennent à cette première cause. Déja le citoyen Berthollet a connu et expliqué les effets de la pression dans les combinaisons chimiques, à l'occasion de son argent fulminant. Nous pensons avec lui que, dans les expériences décrites ici, c'est par la compression que les molécules de l'oxigène, rapprochées de celles des corps inflammables, s'y unissent tout-à-coup, prennent la forme de fluides élastiques par la grande quantité de calorique qui se dégage, et frappent l'air avec une promptitude et une violence telles qu'il en résulte une détonation très-bruyante. Telle nous paroît être en général l'action du choc, du frottement, qui échauffe et rougit les métaux, qui les embrase dans l'air, qui

enflamme les bois. Ces chocs répétés rapprochent les molécules, expriment le calorique contenu entre elles, les compriment contre l'air, et déterminent entre elles et l'oxigène une combinaison ou une combustion d'autant plus rapide que les percussions sont plus vives et que les attractions de l'oxigène sont plus énergiques. Telle est même, suivant nous, l'action du calorique, qui favorise si bien toutes les oxidations. En s'introduisant entre les molécules des corps, il les écarte : mais il comprime chacune d'elles en particulier, il les rapproche, les applique en quelque sorte contre celles de l'air, et les force de s'unir à celui-ci; union dans laquelle consiste toute combustion quelconque, et de quelque phénomène qu'elle soit d'ailleurs accompagnée.

Quant à l'inflammation sans détonation, produite par l'acide sulfurique concentré sur un grand nombre de corps combustibles mêlés de muriate suroxigené de potasse, voici ce que l'observation nous a appris sur la cause de ce phénomène. Le contact de l'acide sulfurique dégage d'abord l'acide muriatique suroxigené, comme il le fait sur le sel tout seul. La première portion de cet acide, dégagée sous forme gazeuse, met le feu aux molécules des corps inflammables les plus voisines du point d'où il s'exhale, et le calorique développé opère ensuite la véritable détonation par la décomposition du muriate suroxigené, à l'aide des substances combustibles qu'il touche de toutes parts. Ainsi il n'y a que quelques-unes des molécules des mélanges qui soient réellement enflammées par l'acide sulfurique; la masse l'est succes-

sivement, et même sans toucher à cet acide, par l'effet de cette première inflammation. Il n'y a point ici de détonation, parce que les matières n'ont point été comprimées par le choc, et n'ont point à se rétablir dans leur premier volume, comme dans le cas de la percussion par le marteau; parce que d'ailleurs l'inflammation se fait partiellement, et non pas dans toute la masse à la fois et dans un seul instant presque indivisible, comme cela a lieu dans la fulmination opérée par le choc.

MÉMOIRE

Sur un mouvement qu'on peut observer dans la moelle épinière,

Par le citoyen Portal.

Lu le 26 ventose an 4.

Les plus anciens auteurs avoient parlé d'un mouvement dans le cerveau. Les accoucheurs avoient bien remarqué les mouvemens de la fontanelle des nouveaux-nés, et les chirurgiens savoient qu'après des plaies avec déperdition de substance du crâne, ou après l'opération du trépan, le cerveau faisoit une saillie considérable dans l'ouverture qu'on venoit de pratiquer, et qu'il pouvoit en résulter des accidens fâcheux.

Mais comment se fait et d'où provient ce mouvement? c'est ce qui a été long-temps inconnu, sans cependant que les anatomistes se soient abstenus de donner leurs conjectures quelquefois comme des assertions démontrées. Les uns l'ont attribué au mouvement des artères, sans considérer que leur dilatation est trois ou quatre fois plus fréquente, quelquefois même davantage, que ne l'est le gonflement fréquent du cerveau. D'autres l'ont imputé à la contraction des membranes de la dure et même de la pie-mère, sans observer que la première

étant adhérente à toute la face interne du crâne, et n'étant nullement musculeuse, non plus que la pie-mère, étoit incapable de contraction, comme les expériences des physiologistes modernes l'ont si bien démontré.

Diemerbroek, Charleton, et d'autres, ont cru que la substance cérébrale étoit soulevée par le gonflement des sinus, qu'ils ont admis sans le démontrer. Enfin n'y a-t-il pas des anatomistes qui n'ont pas craint de l'attribuer au cerveau lui-même, qui n'est cependant qu'un organe pulpeux *inert*, et nullement irritable?

C'est le célèbre Schliting qui a le premier remarqué que le mouvement de ce viscère étoit tel, relativement à celui du poumon, qu'il se gonfloit lorsque celui-ci étoit rétréci pendant l'expiration, et qu'il s'affaissoit lorsque le poumon étoit dilaté par l'air pendant l'inspiration, et qu'ainsi les mouvemens du cerveau et ceux du poumon étoient hétérochrones.

Mais il restoit encore à déterminer d'où pouvoit provenir cette alternative des mouvemens dans des viscères si éloignés, et qui ne paroissent avoir aucune correspondance entre eux. C'est ce que Lamure et Haller ont heureusement découvert par des expériences faites sur des animaux vivans. Elles leur ont démontré que le reflux du sang, pendant l'expiration vers le cerveau, est la véritable cause des mouvemens de ce viscère; lequel reflux n'ayant pas lieu dans le temps de l'inspiration, le cerveau n'est alors nullement soulevé.

En effet, pendant le temps de l'expiration, les troncs

des veines caves, renfermés dans la poitrine, sont comprimés; et le sang qui doit couler en elles pour aller dans le cœur, non seulement ne le fait pas avec la même facilité que dans l'inspiration, pendant laquelle cette compression sur les veines caves n'a pas lieu, mais encore il reflue dans les veines sous-clavières, qui se gonflent ainsi que les veines jugulaires, et dans celles du cerveau, qui communiquent ensemble : alors les sinus du cerveau restent gorgés de sang, tandis que les artères vertébrales et les branches nombreuses des artères carotides dans le cerveau continuent d'en recevoir du cœur, et sont par là très-dilatées; d'où il doit résulter nécessairement une augmentation de capacité dans tout le système vasculaire sanguin, ainsi qu'un gonflement du cerveau, qui par conséquent tend à soulever plus ou moins les parois du crâne, et les soulève en effet, à moins qu'elles ne lui offrent une résistance supérieure à sa force expansive : mais si ces parois sont foibles comme dans les enfans, chez lesquels l'ossification du crâne n'est pas encore complète, ou encore mieux, s'il y a au crâne une ouverture qui ne soit pas naturelle, alors le cerveau ne manque pas de s'y insinuer. Sans cela, comme Lorry l'a remarqué (1), il est impossible que cette tendance au mouvement ait aucun effet, si ce n'est peut-être du côté des ventricules du cerveau.

C'est ce que les anatomistes modernes ont admis

(1) *Mémoires de l'Académie*, Savans étrangers, tome V, p. 448.

d'après les expériences de Lamure, de Haller et de Lorry; expériences que j'ai répétées moi-même à Montpellier en 1764, en présence de Lamure, et à Paris, en 1771, dans le cours de physiologie expérimentale que je fis au collége de France.

Il résulte encore de mes expériences que ce n'est pas le cerveau seul qui se gonfle ou tend à se gonfler pendant l'expiration, mais que la partie de la moelle épinière, dans laquelle on observe quelquefois facilement un canal communiquant avec le quatrième ventricule du cerveau, est également susceptible de se gonfler.

J'ai vu un enfant né avec un *spina bifida* ayant son siége à peu de distance du crâne, dans la partie supérieure du canal vertébral, où l'on observoit manifestement un gonflement toutes les fois qu'il expiroit; ce gonflement étoit d'autant plus grand que l'expiration étoit plus violente. Cet enfant étant mort, je l'ouvris, et je trouvai dans le milieu de la moelle un canal aussi gros que celui d'une plume ordinaire, et plein d'une eau roussâtre; il communiquoit avec les ventricules du cerveau, qui étoient remplis du même liquide. Cette observation confirme ce que j'ai avancé dans les *Mémoires de l'Académie des sciences* de l'année 1767.

En ouvrant avec précaution le canal vertébral à la partie postérieure et supérieure des chiens et des chats qui viennent de naître, on peut observer, mais non pas à la vérité d'une manière aussi apparente, ce mouvement alternatif d'affaissement et de gonflement de la moelle épinière; mouvement qui correspond à celui du

cerveau, et que l'on voit assez distinctement pour n'en pas douter.

Ce mouvement de la moelle épinière ne paroît avoir lieu qu'à sa partie supérieure; du moins on n'a pu l'observer ni dans les *spina bifida* survenus à des parties inférieures du canal vertébral, ni dans les animaux vivans, lorsqu'on leur a ouvert la colonne vertébrale au-dessous des trois à quatre vertèbres cervicales supérieures. Il semble que vers cet espace le mouvement de la moelle épinière diminue insensiblement et se termine bientôt.

Ne pourroit-on pas croire que ce mouvement a toujours lieu dans l'état naturel? La moelle épinière étant beaucoup moins volumineuse que le canal vertébral n'est ample, rien ne s'oppose à ce gonflement pendant l'expiration.

Il n'en est pas de même à l'égard du cerveau, qui remplit si exactement la cavité du crâne, sur-tout chez les enfans, qu'il n'y a pas d'interstice qui puisse en permettre le gonflement, lequel aussi n'a lieu que lorsqu'il y a quelque trou au crâne, ou lorsque ses parois sont singulièrement amincies dans une certaine étendue.

Cependant à chaque expiration les vaisseaux sanguins du cerveau, sur-tout les veines, tendent à se gonfler. La substance de ce viscère, retenue par les parois du crâne, seroit nécessairement comprimée, si le sang ne refluoit dans les veines vertébrales, et n'occasionnoit dans la moelle épinière, d'une manière effective, le gonflement, qu'il ne peut produire dans le cerveau par

rapport aux obstacles qui s'y opposent; ce qui diminue ainsi les effets de la pression de la substance cérébrale pendant l'expiration, et empêche que nous ne soyons aussi sujets à l'apoplexie que nous le serions sans cette admirable précaution de la nature : que dis-je! l'homme eût-il pu conserver la vie qu'il avoit reçue d'elle, si, par une précaution quelconque, elle n'eût prévenu les funestes effets de la compression du cerveau contre les parois du crâne? or c'est ce que fait le reflux du sang dans les veines vertébrales. Elles peuvent se dilater et gonfler la moelle épinière, dans la substance de laquelle elles sont placées, sans qu'elle éprouve aucune espèce de compression, parce qu'elle est logée dans un ample canal qui en permet facilement la dilatation; ce que le crâne ne fait pas à l'égard du cerveau, puisque celui-ci, comme on sait, le remplit exactement (1).

La nature est aussi admirable dans les moyens dont elle se sert pour conserver les êtres, que dans ceux qu'elle emploie pour les former.

---

(1) A l'exception des vieillards, chez lesquels la substance du cerveau étant plus dense, le volume de ce viscère est un peu diminué.

MÉMOIRE

SUR

LES ÉCLIPSES D'ÉTOILES,

Et spécialement sur celle d'Aldébaran, observée le 21 *octobre* 1793 *par M. de Churruca, à Porto-Rico, avec les conséquences qui en résultent;*

Par Jérôme Lalande.

Lu le 26 pluviose an 5.

Parmi le grand nombre d'éclipses de Soleil et d'étoiles dont j'ai donné les résultats dans différens volumes de la *Connoissance des temps,* j'avois d'abord négligé celle-ci, parce que les observations s'accordoient mal; mais en ayant reçu de meilleures, je m'en suis occupé de nouveau, et cela me donnera occasion de présenter encore quelques considérations importantes sur ce sujet. On n'a presque jamais bien vu le commencement d'une éclipse de Soleil, rarement la fin d'une éclipse d'étoile : il faut donc choisir les observations et les discuter. C'est surtout dans l'occultation du 21 octobre 1793 que j'ai eu l'occasion d'en sentir la nécessité. La latitude de la Lune au moment de sa conjonction vraie est le seul moyen de

distinguer les bonnes observations des mauvaises; et ce moyen n'est point employé par les astronomes, quoique je l'aie indiqué dans mon *Astronomie*. L'éclipse dont il s'agit, ayant été vue de jour en Europe et de nuit en Amérique, est une des plus importantes, et elle me servira d'exemple par les différens calculs qu'elle m'a donné occasion de faire. Je n'observai pas moi-même cette occultation à Paris; le travail immense que j'avois entrepris avec le citoyen Le Français sur cinquante mille étoiles, ne nous permettoit aucune distraction : mais le citoyen Messier et le citoyen Bouvard l'observèrent. Le premier marqua l'immersion à 18^h $53' 28''$, et l'émersion à 19^h $45' 36''$, temps vrai à l'observatoire de la marine, rue des Mathurins. J'en ai conclu la conjonction vraie à 18^h $6' 27'' \frac{1}{2}$, réduite au méridien de l'observatoire national, et la différence de latitude entre la Lune et l'étoile, $23' 2''$, en supposant la parallaxe à Paris $57' 37''5$, comme je l'ai déterminée (*Mémoires* de 1788); le diamètre horizontal de la Lune, corrigé par l'irradiation, $31' 23''8$; et le mouvement horaire, $33' 38''5$ dans la région de l'étoile : car c'est ainsi que je l'emploie, parce que cela diminue un peu la longueur des calculs.

L'émersion se faisoit de jour à Paris : le Soleil étoit levé; l'étoile ne pouvoit être que très-foible dans la lunette; il étoit donc très-difficile de la voir à l'instant même de l'émersion : mais à Porto-Rico l'observation a été faite à une heure du matin. La Lune étoit fort haute, l'étoile fort brillante, et l'on a pu la voir à

l'instant même de l'émersion. Aussi cette observation donne une latitude plus petite pour la Lune; ce qui annonce que l'étoile a été vue, toutes choses égales, plutôt qu'à Paris, à l'émersion.

Ce qui rend cette observation plus concluante, c'est que l'émersion se faisoit au bord obscur de la Lune. L'on n'est jamais bien sûr de l'émersion d'une étoile, à moins qu'elle ne se fasse au bord obscur; car, si elle se fait au bord éclairé, on ne voit l'étoile que quand elle est détachée du bord. On ne la voit guère sur le bord éclairé que dans l'immersion, parce que l'ayant vue auparavant, on continue de la suivre plus parfaitement sur le disque même de la Lune; mais quand l'émersion se fait au bord éclairé, on devroit la voir sur le disque de la Lune, comme on l'y voit dans l'immersion, probablement à raison de l'irradiation ou du débordement de lumière vers le bord de la Lune. C'est ce qui n'arrive jamais, parce qu'on n'est pas prévenu, et que l'impression est trop foible pour être sentie à ce premier instant. On voit donc toujours trop tard une émersion quand elle se fait au bord éclairé; mais nous n'avons pas cet inconvénient dans l'éclipse dont il s'agit, puisque l'étoile sortoit au bord obscur de la Lune.

Dans la capitale de Porto-Rico, à 18° 28′ 43″ de latitude, M. de Churruca, officier de la marine d'Espagne, écrit au citoyen De Borda qu'il observa l'immersion à $12^h\ 30'\ 34''$, et l'émersion à $12^h\ 57'\ 56''$: l'étoile passoit à 15′ du centre de la Lune, suivant mon calcul. Ainsi cette observation est très-propre à bien déterminer la

latitude de la Lune. Je l'ai donc calculée avec soin, et j'ai trouvé la conjonction à 13h 32′ 57″, et la différence de latitude en conjonction, 22′ 55″1.

Cette latitude est plus petite que la première de 7″, ce qui semble annoncer que le citoyen Messier n'a pas apperçu l'étoile au premier instant de sa sortie. Il faudroit même supposer 9 à 10 secondes de retard; mais cela me paroît très-naturel pour une étoile vue en plein jour, c'est-à-dire extrêmement petite.

J'ai donc cru devoir employer de préférence l'immersion de Paris, avec la latitude tirée de l'observation de Porto-Rico. J'ai trouvé la conjonction 18h 6′ 24″ : ainsi la différence des méridiens seroit 4h 33′ 27″.

Cette éclipse fut encore observée au Ferrol, en Espagne, par M. de Herrera : immersion, 18h 3′ 40″; émersion, 19h 9′ 59″. J'ai trouvé la conjonction 17h 24′ 11″ $\frac{1}{2}$, et la latitude 22′ 57″. Cette latitude est encore plus petite que celle de Porto-Rico; mais je n'en conclurai pas qu'il faille la préférer, parce que, l'étoile n'étant qu'à 3′ du centre de la Lune, la corde parcourue approche si fort du diamètre, que l'on ne peut en déduire la perpendiculaire avec une certaine précision. Une seule seconde sur le rayon de la Lune ou sur la demi-corde décrite par l'étoile, ou 2″ sur le mouvement horaire, produisent 5″ sur la latitude dans ce cas-là. Je retiendrai seulement la conjonction que donne l'observation du Ferrol, dont la différence des méridiens se trouve 42′ 15″5. La différence entre Porto-Rico et le Ferrol se trouve par là de 3h 51′ 8″5. M. de Churruca

écrivoit au citoyen De Borda qu'on l'avoit trouvée de 3h 51′ 9″5 : la différence est insensible. M. de Churruca écrit que la différence des méridiens entre Cadix et le Ferrol a été trouvée, par des éclipses, 8′ ; et comme nous estimons jusqu'ici Cadix à 34′ 23″ de Paris, il s'ensuivroit que le Ferrol seroit à 42′ 23″. La différence entre ce résultat et le mien n'est pas forte pour un pays où l'on a si peu observé. Je crois donc qu'on peut supposer le Ferrol à 42′ 21″ de Paris, en prenant un milieu entre différentes combinaisons, en attendant les observations d'éclipses qu'on dit avoir été faites au Ferrol, et que nous n'avons pas encore. Il y en aura probablement quelqu'une qui aura été observée à Paris.

M. de Zach observa la même éclipse à Gotha : immersion, 19h 33′ 9″1 ; émersion, 20h 13′ 20″7. J'en déduis la conjonction à 18h 39′ 51″8 ; et comme la différence des méridiens est 33′ 35″5, la conjonction pour Paris est 18h 6′ 16″ : cela diffère de 11″ de celle que j'ai tirée de l'observation du citoyen Messier, et cette discordance me paroît extraordinaire. Je trouve la latitude en conjonction 22′ 59″6, au lieu de 22′ 55″1 que donnoit l'observation de Porto-Rico ; différence, 4″5. Comme l'étoile étoit au midi de la Lune à Porto-Rico, et au nord à Gotha, j'ai pensé que peut-être les 4″5 pouvoient venir de ce que j'avois supposé le diamètre de la Lune trop petit, et j'ai trouvé qu'en ajoutant 1″7 au rayon de la Lune, j'accordois les deux latitudes, qui se trouvoient également de 22′ 57″. J'avois déja trouvé un résultat pareil par l'éclipse totale de 1706 ; mais l'observation

du Ferrol, où la Lune a passé à 3′ seulement de l'étoile, donne une durée qui ne s'accorde pas avec cette augmentation.

Le citoyen Méchain étant à Figueras, sur la frontière d'Espagne, pour le travail de la méridienne, observa l'immersion à $18^h\ 59'\ 27''7$, et l'émersion à $20^h\ 0'\ 17''6$. J'en ai conclu la conjonction à $18^h\ 8'\ 55''$; et comme la différence des méridiens est $2'\ 29''\ \frac{1}{2}$, suivant le citoyen Méchain, cela donne pour Paris $18^h\ 6'\ 25''\ \frac{1}{2}$, ce qui tient le milieu entre Gotha et Paris. Mais les différences sont un peu trop fortes : la latitude de Figueras est $42°\ 16'$; la différence de latitude en conjonction se trouve $22'\ 59''$.

Ainsi la différence de latitude, déduite de ces quatre observations, est $22'\ 55''$, $57''$, $59''\ \frac{1}{2}$, et $23'\ 2''$. La discordance est bien plus forte en employant les observations de Marseille et de Berlin. A Marseille l'immersion fut observée à $19^h\ 10'\ 4''5$, et l'émersion à $20^h\ 10'\ 44''$; mais elle est marquée douteuse. En effet, cette durée donneroit $25'\ 13''$ pour la latitude. J'ai donc pris le parti d'employer l'immersion seule avec la latitude de $23'\ 1''$, déduite des observations de Paris et de Gotha, et je trouve la conjonction à $18^h\ 18'\ 30''$; ce qui donneroit la différence des méridiens $12'\ 13''$, au lieu de $12'\ 10''$ que j'ai adoptées jusqu'à présent, par un milieu entre les résultats de différentes éclipses.

A Berlin l'immersion fut observée à $19^h\ 46'\ 17''$, et l'émersion à $20^h\ 24'\ 44''$; mais celle-ci est encore marquée douteuse : et elle l'étoit certainement beaucoup,

car elle m'a donné 24′ 13″ pour la latitude. J'ai donc pris le parti d'employer l'immersion seule avec la latitude déduite de Paris, et j'ai trouvé la conjonction 18^h 50′ 26″; ce qui donne la différence des méridiens 44′ 9″, et c'est 44′ 10″ que nous avons coutume d'employer.

Ces deux observations sembleroient indiquer un changement à faire dans la conjonction trouvée par l'observation de Paris. Après beaucoup d'essais, je me suis déterminé à prendre pour la conjonction à Paris 18^h 6′ 21″, avec la latitude 23′, et j'ai eu la différence des méridiens comme il suit : Gotha, 23′ 30″; Marseille, 12′ 9″; Berlin, 44′ 4″; Figueras, 2′ 34″; Porto-Rico, 4^h 33′ 24″; le Ferrol, 42′ 20″; Cadix, 34′ 20″.

Il y a encore une difficulté dans cette éclipse pour déterminer rigoureusement la longitude de Porto-Rico. Le mouvement horaire que j'ai employé dans ces calculs influe sensiblement sur la différence des méridiens entre Paris et Porto-Rico. Les observations de Paris ont été faites après la conjonction, celles de Porto-Rico avant la conjonction; et il faut employer le mouvement horaire de 33′ 38″6 pour Paris, 33′ 41″9 pour Porto-Rico. Mais si je faisois le mouvement horaire plus grand d'une seconde, je trouverois 2″ de plus pour le temps de la conjonction à Paris, et 2″ de moins pour Porto-Rico : j'aurois donc 4″ de plus pour la différence des méridiens; et M. Triesnecker prétend, dans les *Éphémérides de Vienne*, qu'il y a plus de 1″ d'erreur dans les tables du mouvement horaire du cit. Delambre. Il y a aussi erreur sur la longitude : mais elle ne peut

guère changer que de 12″ par jour; ce qui ne feroit qu'une demi-seconde sur le mouvement horaire, et 2″ sur la différence des méridiens. Si nous avions des observations de la Lune au méridien faites le jour de l'éclipse et le lendemain, nous pourrions lever le doute sur cette partie : mais dans le grand recueil des observations de M. Maskelyne, qui s'occupe spécialement de la Lune, je n'en trouve que le 17 et le 20; il n'y en a point du 21. Ainsi nous ne pouvons pas lever cette petite incertitude; mais les observations que j'ai consignées dans ce mémoire serviront dans la suite à tirer des conclusions plus rigoureuses, et nous devons être satisfaits d'avoir aussi bien la longitude de Porto-Rico. Il n'y a pas quatre positions sur la terre où l'on puisse répondre de deux secondes pour la différence des méridiens, relativement à Paris : Londres et Gotha sont peut-être les seules jusqu'à présent.

L'immersion fut encore observée à Danzig par M. Koch, à $20^h\ 14'\ 32''$. En employant la même latitude, je trouve la conjonction $19^h\ 11'\ 33''$; et en supposant la conjonction telle que je l'ai trouvée à Paris, $18^h\ 6'\ 21''$, la différence des méridiens est $1^h\ 5'\ 12''$: ce qui s'accorde exactement avec ce que l'on connoissoit d'ailleurs; car je la supposois $1^h\ 5'\ 13''$ jusqu'ici, par les diverses observations qu'on avoit calculées.

Telles sont les conclusions que l'on peut tirer quant à présent d'une observation importante, et les considérations que m'ont fournies sur les éclipses en général les calculs qu'elle a occasionnés. Ils ont été refaits

depuis le compte que j'en avois rendu dans la *Connoissance des temps* de l'an 7, pag. 439 et suiv.

On voit donc que, pour calculer une éclipse observée en Amérique et en Europe, il faut employer des deux côtés le mouvement horaire pour le temps intermédiaire entre l'observation et la conjonction vraie : on aura, avec ces deux mouvemens différens, les véritables momens de la conjonction. Ce mouvement est encore différent de celui qu'il faut employer pour avoir l'orbite apparente pendant la durée de l'éclipse : il faut prendre pour celle-ci le mouvement horaire qui a lieu au milieu de l'éclipse. Il en résulte que, pour avoir rigoureusement la même conjonction par le commencement et par la fin, il faut employer deux mouvemens différens : l'un est le mouvement horaire pour le milieu de l'intervalle entre le commencement et la conjonction, l'autre pour le temps qui est entre la fin de l'éclipse et la conjonction vraie ; la différence est presque toujours insensible. Mais j'ai cru devoir faire cette remarque dans un temps où le citoyen Delambre vient de calculer des tables du mouvement horaire beaucoup plus exactes que les premières, et que j'ai fait imprimer dans la *Connoissance des temps* de l'an 9. D'ailleurs le travail que vont faire les citoyens Laplace et Delambre sur les inégalités de la Lune, nous procurera des tables plus exactes que celles qui sont dans la troisième édition de mon *Astronomie*.

J'ai donné la différence des méridiens entre Paris et Porto-Rico, $4^h\ 33'\ 24''$. M. Triesnecker, habile astronome de Vienne, a trouvé, par la même éclipse,

4^h 33′ 58″, et la différence de latitude, 22′ 45″, dans les *Éphémérides de Vienne* pour 1799, page 337. On croiroit d'abord qu'il y a de l'erreur ou des doutes : mais il me paroît que cela vient d'une diminution que M. Triesnecker a faite à la parallaxe. Cela doit augmenter le temps de la conjonction en Europe, et le diminuer à Porto-Rico : ainsi il doit trouver la différence des méridiens plus grande que moi.

Cela est insensible pour les observations faites en Europe, parce qu'elles ont toutes précédé la conjonction : celles d'Amérique ayant été faites après la conjonction, la différence devient considérable.

Mais la diminution que M. Triesnecker fait à la parallaxe qui est dans mes tables, me paroît ne pouvoir être admise ; il n'en a pas donné la raison, et je crois qu'il n'en existe pas de valable. J'ai déterminé la parallaxe par des observations faites dans les deux hémisphères en 1751 et 1752. Lacaille étoit au Cap ; j'étois allé à Berlin pour le même sujet : on n'a jamais fait d'observations plus concluantes. Et quand M. Triesnecker auroit calculé toutes les éclipses observées en Amérique, il ne pourroit en tirer un argument contre les résultats que j'ai donnés (*Mémoires de l'Académie*, 1756 et 1788). S'il y avoit des éclipses observées en Amérique dans des lieux dont la longitude fût bien connue ; indépendamment des éclipses, on pourroit en déduire la parallaxe : mais cela est impossible quant à présent ; il faut donc s'en tenir aux observations que je viens de citer. Du Séjour, dans son *Traité analy-*

tique, n'a pas trouvé d'autre moyen de déterminer la parallaxe.

J'ai donné, dans les derniers volumes de la *Connoissance des temps*, les résultats de toutes les autres éclipses considérables observées depuis quelques années, suivant la loi que je me suis faite depuis quarante ans. Jusqu'alors on les observoit toutes ; on n'en calculoit jamais, quoique ces observations soient les plus exactes et les plus importantes pour les longitudes : mais les calculs étoient longs et difficiles ; je les ai considérablement simplifiés, et je vois avec plaisir que mon exemple et mes soins n'ont pas été stériles pour cette partie de l'astronomie. On a vu dans ce mémoire, qu'après cinquante ans d'expérience on peut ajouter encore des considérations nouvelles sur une matière aussi rebattue. Sénèque disoit, à l'occasion des découvertes faites avant lui : *Nec ulli nato post mille saecula praecludetur occasio aliquid adhuc adjiciendi.* (Epist. 64.)

MÉMOIRE

Sur les propriétés de la baryte pure, et sur ses analogies avec la strontiane,

Par les citoyens Fourcroy et Vauquelin.

Lu le 11 floréal an 4.

Il y a douze ans que l'un de nous disoit à l'Académie des sciences, dans une note sur la difficulté de préparer des alcalis fixes bien caustiques, que les chimistes n'avoient point encore connu ni employé dans leurs expériences ces sels bien purs; et ce ne fut que quelques années après cette époque que le citoyen Berthollet fit connoître le procédé par l'alcool. Depuis long-temps celui de nous qui exprimoit ce desir annonçoit également dans ses leçons l'importance d'obtenir la baryte bien pure, et la difficulté de la séparer de l'acide carbonique. Dans un travail entrepris il y a plusieurs années par le citoyen Vauquelin et moi, sur les combinaisons salines de cette terre, il devoit entrer dans notre plan de rechercher des moyens d'avoir la baryte dans un grand état de pureté; mais nos travaux n'avoient encore eu jusqu'ici aucun véritable succès. Le citoyen Vauquelin a enfin trouvé il y a quelques mois un procédé pour obtenir cette terre bien pure. C'est à lui

qu'appartient en propre cette découverte; et quoique l'ensemble du travail sur les sels barytiques, que nous communiquerons à l'Institut, nous appartienne en commun, il est juste que la gloire d'un fait neuf et important pour la minéralogie rejaillisse toute entière sur son auteur. Après m'avoir communiqué la découverte de son procédé et celle de plusieurs propriétés nouvelles de la baryte qui l'ont suivie de près, nous nous sommes réunis pour examiner ce corps nouveau pour nous, et c'est le premier résultat de cet examen que nous nous empressons de communiquer aujourd'hui à l'Institut : il servira de préliminaire à notre travail sur les combinaisons de cette terre ; il offrira aux chimistes un moyen simple de se procurer la baryte pure et d'en déterminer toutes les propriétés, qui étoient bornées jusqu'ici à la connoissance de trois ou quatre combinaisons avec les acides.

On sait combien il est difficile, pour ne pas dire impossible, d'obtenir la baryte pure par les procédés employés jusqu'à présent. Celui qu'on suit communément consiste à soumettre à l'action d'un feu violent et long-temps continué le carbonate de baryte qu'on obtient de la décomposition du sulfate par le charbon, de la précipitation du sulfure par l'acide muriatique, et de celle du muriate de baryte par le carbonate de potasse ; mais cette calcination est manifestement insuffisante, et jamais, quelqu'énergique qu'ait été le feu employé, on n'a complétement séparé l'acide carbonique.

Cette méthode a d'ailleurs plusieurs autres inconvéniens encore; et pour n'en citer qu'un, c'est qu'en la chauffant ainsi, la baryte s'unit à la matière des creusets, et forme une combinaison vitreuse qui a des propriétés nouvelles.

Le procédé que le citoyen Vauquelin a découvert est fondé sur ce que l'acide nitrique est décomposable par le feu, sur-tout lorsqu'il est uni à une base avec laquelle il a beaucoup d'affinité. On met dans une cornue de porcelaine du nitrate de baryte cristallisé en octaèdres, on le chauffe jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de gaz; alors on arrête le feu, et on trouve dans la cornue une terre grisâtre dont nous allons décrire les principales propriétés.

1°. Elle a une saveur âcre, alcaline et brûlante, beaucoup plus vive que celle de la chaux.

2°. Chauffée au chalumeau sur un charbon, elle se fond en bouillonnant; elle prend la forme de globule nébuleux dès qu'elle est rougie au blanc, et bientôt après elle pénètre le charbon en continuant à bouillonner; on la retrouve ensuite en lames et en filets scorifiés dans l'intérieur du charbon.

3°. Elle s'effleurit à l'air, prend une couleur blanche éclatante, et augmente au moins de sept à huit fois son volume. Elle absorbe, dans cette espèce d'extinction, de l'eau et de l'acide carbonique jusqu'à 0.22 de son poids.

4°. Lorsqu'on jette un peu d'eau sur ses fragmens, elle fuse et bouillonne d'une manière extrêmement éner-

gique, produit une chaleur considérable, et se change en une poussière blanche très-volumineuse lorsque son extinction est complète. Si l'on ne met que peu d'eau, elle forme un solide si dur, qu'il adhère au verre et à la terre cuite des vases, comme un ciment, ou même comme un enduit vitreux.

5°. Si l'on ajoute plus d'eau que dans le cas précédent, et de manière qu'elle en soit recouverte, elle fait entendre un sifflement, elle se dissout en grande partie, et en se refroidissant elle cristallise en aiguilles transparentes de plusieurs centimètres de long. Ces aiguilles, en s'unissant, donnent naissance à une masse laiteuse qui devient bientôt dure, à peu près comme du plâtre bien pris.

6°. L'eau froide en dissout 0.04 de son poids, ou $\frac{1}{25}$; l'eau bouillante peut en dissoudre presque partie égale, et fournit des cristaux prismatiques par le refroidissement. Ces cristaux exposés à l'air s'effleurissent, augmentent de volume, se réduisent en poussière et deviennent effervescens.

7°. La dissolution de baryte faite à froid, exposée à l'air, se couvre d'une pellicule blanche plus promptement que celle de chaux.

8°. Elle forme un précipité très-abondant avec l'acide carbonique.

9°. L'acide oxalique y occasionne un précipité très-épais qui est dissoluble dans un excès de cet acide, et qui cristallise ensuite sous la forme de petites aiguilles.

10°. L'acide tartareux donne, avec cette dissolution, un sel soluble que l'acide oxalique décompose.

11°. L'acide citrique produit aussi, dans la dissolution de baryte, un précipité dissoluble dans un excès d'acide.

12°. L'acide gallique la précipite en flocons d'un beau verd, dissolubles dans l'acide nitrique, qui les colore en rouge pourpre.

13°. Les acides phosphorique et phosphoreux précipitent également cette dissolution, et les précipités sont dissolubles dans un excès de ces acides.

14°. La dissolution de baryte décompose celle de savon, comme le fait l'eau de chaux; ce qui prouve que la baryte a plus d'affinité avec l'huile que n'en a la soude.

15°. Elle précipite en noir le nitrate de mercure.

16°. Le nitrate de plomb est précipité en blanc; le précipité est redissous par un excès de dissolution de baryte.

17°. Le nitrate d'argent est précipité en brun tirant sur le fauve; le précipité est en partie redissous par une nouvelle quantité de dissolution barytique. Il paroît que dans ces deux cas les oxides de plomb et d'argent font fonction d'acides.

18°. L'alcool dissout une quantité notable de baryte récemment préparée; ce qu'on apperçoit facilement par l'acide sulfurique.

Il est assez évident par ce qui vient d'être exposé, que la baryte extraite de la décomposition du nitrate

de baryte par le feu jouit de la propriété alcaline dans un degré infiniment plus marqué que celle qui est préparée par les moyens ordinaires. On s'en convaincra facilement en la comparant avec la baryte commune, telle qu'on l'a eue jusqu'ici dans les laboratoires, soit par sa saveur, soit par sa dissolubilité dans l'eau, soit enfin par sa pureté. En effet, la baryte ordinaire n'a qu'une saveur légèrement alcaline, ne verdit que foiblement la teinture de violettes, exige, suivant Bergman, 900 parties d'eau pour se dissoudre, et se trouble à peine par l'acide carbonique. Celle dont il est question est très-caustique, très-dissoluble, verdit fortement les couleurs bleues, et donne un précipité très-abondant avec l'acide carbonique, ainsi qu'avec les carbonates alcalins, qu'elle décompose. Mais de toutes les propriétés que nous lui avons trouvées dans cet état de pureté jusqu'ici inconnu des chimistes, la plus singulière et la plus intéressante pour la minéralogie, c'est sa cristallisabilité, si facile, si prompte et si énergique, qu'on doit regarder cette substance comme une des matières les plus cristallisables qu'on rencontre dans les expériences de chimie. Parmi les terres, la baryte et la *strontiane* jouissent seules de cette propriété, qui les caractérise sans aucune équivoque.

La dissolution de baryte pourra être très-utile pour reconnoître la présence de plusieurs acides, tels que l'acide sulfurique, qui fournit un sel très-insoluble même dans un excès de cet acide; l'acide oxalique, qui précipite la baryte, mais qui la redissout et cristallise

ensuite, de manière à donner un moyen de séparer et de déterminer la quantité de baryte mêlée de chaux dont l'oxalate est insoluble dans un excès de son acide ; l'acide tartareux, qui forme un sel soluble ; l'acide citrique, dont la combinaison avec cette terre est insoluble, et qui devient dissoluble par un excès d'acide, comme l'oxalate de baryte, mais qui ne cristallise point comme lui. Elle sera très-bonne aussi pour s'assurer si les alcalis sont caustiques, et pourra à cet égard remplacer la chaux, et même lui être préférée.

Un fait assez remarquable que nous avons trouvé en examinant la baryte séparée de l'acide nitrique par la distillation, c'est qu'elle contient une certaine quantité de carbonate de baryte : nous y avons rencontré 0.08 de ce sel ; nous nous proposons d'examiner d'où cela peut provenir.

Mais une remarque plus importante encore, c'est l'analogie frappante de propriétés que la baryte préparée par le procédé indiqué, et plus pure que les chimistes ne l'ont encore obtenue, présente avec la terre retirée de la *strontianite* par M. Klaproth. Malgré les différences que ce célèbre chimiste indique entre la *witherite* et la *strontianite*, nous sommes portés à croire que ces deux substances sont de la même nature, depuis que nous savons par une analyse répétée que la witherite n'est que du carbonate de baryte natif, et depuis que nous avons découvert les nouvelles propriétés et spécialement la dissolubilité et la cristallisabilité de la baryte bien pure, qui la rendent si semblable à

la strontiane. Déja le citoyen Pelletier avoit fait observer que les différences indiquées par M. Klaproth paroissoient trop légères pour empêcher de regarder ces deux terres au moins comme fort analogues. En comparant les énoncés de M. Klaproth avec nos résultats, on trouvera que toutes ces prétendues différences, que les citoyens Pelletier et Coquebert avoient déja singulièrement affoiblies dans le mémoire sur ces terres, inséré dans le n° 5 du *Journal des mines*, pluviose an 3, semblent disparoître entièrement. Les faits que nous annonçons aujourd'hui sur la baryte pure, rapprochés de ce que M. Klaproth a observé sur la witherite et la strontianite, nous autorisent donc à soupçonner que ces trois terres prétendues doivent aujourd'hui être réduites à une seule espèce ; que la witherite et la strontianite ne sont que de la baryte combinée avec de l'acide carbonique en différentes proportions et diversement cristallisées. Au reste, pour prononcer définitivement à cet égard, il nous manque d'avoir eu de la strontianite pour en comparer exactement les propriétés à celles de la baryte, quoique l'indication qu'en a donnée M. Klaproth, dont on connoît l'exactitude, paroisse suffisante pour autoriser notre opinion sur l'identité ou au moins l'extrême analogie de ces trois matières terreuses.

RAPPORT

Sur un mémoire du citoyen Martin, relatif à la culture des arbres à épicerie à la Guiane française,

Par les citoyens Jussieu et Desfontaines.

Lu le 15 nivose an 5.

La classe des sciences mathématiques et physiques de l'Institut national nous a chargés, le citoyen Jussieu et moi, d'examiner un mémoire sur la culture des arbres à épicerie à la Guiane française, par le citoyen Joseph Martin, directeur des jardins et pépinières nationales de cette colonie; nous allons en rendre compte.

Le gouvernement, ayant senti combien il étoit important de propager les arbres à épicerie et autres végétaux utiles dont Poivre avoit enrichi les îles de France et de Bourbon, ordonna, dès l'année 1772, d'en faire un envoi à la Guiane française; on en expédia un second en 1783, et enfin un troisième au commencement de 1788. Ce dernier, beaucoup plus considérable que les deux précédens, fut confié à la surveillance du citoyen Martin, que l'on avoit envoyé à l'île de France pour

cet objet. Arrivé à Cayenne le 9 juin de la même année, il y déposa le muscadier (*myristica aromatica*, L.), le poivrier (*piper nigrum*, L.), l'arbre à pain (*artocarpus communis*, Forster), l'évé (*spondias cytherea*, Sonnerat), le lit-chi (*euphoria lit-chi*), le mangoustan (*garcinia mangoustana*, L.), le raven-sara (*agothophyllum aromaticum*), le bibacier (*mespilus japonica*, Thunberg), le noyer de Bancoul (*croton moluccanum*, L.); tous arbres précieux, et dont la plupart étoient inconnus sur ce continent. Quelque temps après il s'embarqua pour la Martinique et pour Saint-Domingue, emportant avec lui plusieurs individus des mêmes espèces, qu'il laissa dans ces îles, où elles furent cultivées avec succès jusqu'aux temps désastreux des guerres civiles qui ont ravagé ces deux colonies si florissantes (1).

Le citoyen Martin, pendant ses voyages, n'avoit point perdu de vue le jardin des Plantes : il y apporta à son retour plus de trois cents arbres et arbrisseaux exotiques vivans et parfaitement conservés; présent le plus riche en ce genre que l'on ait jamais fait à ce bel établissement.

La société d'agriculture sut reconnoître les services du citoyen Martin par un prix d'encouragement qu'elle

(1) Ceux qui desireront prendre des connoissances plus étendues sur l'histoire des épiceries, pourront consulter l'article très-intéressant que le citoyen Tessier, membre de l'Institut national, vient de publier dans l'*Encyclopédie méthodique*.

lui décerna dans une de ses séances publiques; et le gouvernement, qui vouloit activer la culture des arbres à épicerie à la Guiane française, lui donna la direction du jardin de botanique de cette colonie. A son arrivée à Cayenne le 3 septembre 1790, il s'empressa d'aller visiter les arbres qu'il y avoit apportés deux ans auparavant: mais il n'y retrouva plus ni le mangoustan, ni le bibacier, ni le raven-sara de Madagascar; les poivriers, entièrement abandonnés, étoient sur le point de périr: heureusement le citoyen Noyer, chirurgien-major de la colonie, avoit pris soin des muscadiers déposés dans son jardin; ils étoient en très-bon état.

Il ne suffisoit pas d'être en possession du jardin de botanique, il falloit encore des bras pour cultiver le sol ingrat qu'on y avoit destiné. Après des instances réitérées, on accorda trois nègres d'un âge avancé, et peu capables de suffire à un travail pénible et assidu. Néanmoins, avec du temps et de la patience, ils parvinrent à défricher une portion de terrain d'une certaine étendue, où l'on fit des semis, et où l'on planta des boutures et des marcottes.

Lorsque les pépinières furent bien garnies, et que les jeunes plants eurent pris de la vigueur, le citoyen Martin invita les colons qui desiroient de cultiver les arbres à épicerie, à former des demandes particulières, afin de mettre de l'ordre dans les distributions. Il leur indiqua la manière de disposer ces arbres au milieu de leurs autres plantations sans leur causer aucun dommage; enfin il leur démontra si bien les avantages qu'ils pou-

voient retirer de ce genre de culture, que plusieurs l'adoptèrent et s'y livrèrent avec succès.

Le giroflier et le cannellier existoient à Cayenne depuis plusieurs années : le gouvernement les y avoit introduits à grands frais ; il en connoissoit tout le prix, et sa volonté étoit qu'ils fussent cultivés par les habitans.

Le citoyen Martin n'avoit été chargé jusqu'alors que de la direction du jardin de botanique ; la municipalité de Cayenne lui confia aussi celle de l'habitation nationale dite *la Gabrielle*, en l'invitant à remédier au dépérissement qu'elle avoit éprouvé. Le sol en étoit excellent : mais les plantations avoient été entièrement délaissées ; les arbres étoient chargés de gui et entourés de lianes qui les étouffoient en les privant d'air. Il fit d'abord exécuter les travaux les plus urgens ; puis il demanda le nombre d'hommes suffisant pour soigner cette culture et en réparer tous les désordres. On forma ensuite des pépinières, on y planta cinq cents jeunes girofliers, on prépara des échelles pour la récolte, des carbets (espèces de hangars) pour sécher le girofle, et des magasins pour le conserver. Enfin cet établissement, qui touchoit à sa ruine, fut remis en pleine activité.

Dès l'année 1791, on récolta environ quatre cents myriagrammes pesant de girofle ; mille myriagrammes en 1792 ; mille cinquante myriagrammes en 1793 ; huit cent cinquante en 1794. En 1795, les pluies abondantes et continues, avec les vents du nord qui soufflèrent constamment pendant le temps où les bourgeons commençoient à se développer, firent manquer entièrement la récolte.

Il est probable que celle de cette année aura été la plus abondante de toutes : les girofliers, au moment du départ du citoyen Martin, étoient couverts de fruits ; il en évalue le poids au moins à quinze cents myriagrammes. Ce produit est dû à quatre mille girofliers ; et dans ce nombre il en est plusieurs qui ont peu rapporté, parce qu'ils végètent avec trop de vigueur. L'auteur du mémoire pense que ces quatre mille individus peuvent produire jusqu'à deux mille myriagrammes pesant de girofle dans une bonne année.

Le giroflier est un arbre de la famille des myrtes, qui croît à la hauteur de treize à seize mètres : le tronc a de trente-deux à quarante centimètres ; il se partage en un grand nombre de rameaux disposés en pyramide. L'écorce est unie, fine et blanchâtre. Ses feuilles sont opposées ; elles ne tombent point pendant l'hiver ; elles sont lisses, et ont à peu près la forme, la grandeur et la consistance de celles du laurier. Les fleurs, disposées en bouquets au sommet des rameaux, ont un calice alongé, surmonté de quatre petites dents ; il porte quatre pétales blancs, arrondis, et un grand nombre d'étamines : il n'y a qu'un style. Le calice devient un fruit charnu, ovoïde, à une ou deux loges, renfermant une ou deux graines. C'est le bouton de la fleur que l'on récolte au moment où il commence à rougir. Les girofliers produisent dès l'âge de quatre à cinq ans ; lorsqu'ils sont adultes, ils portent ordinairement trois à cinq kilogrammes de girofle : un seul de ceux de Cayenne en a produit jusqu'à quinze kilogrammes ; cet individu avoit seize mètres de hauteur.

Depuis 1791, le citoyen Martin a encore planté quatorze mille nouveaux girofliers : ils seront bientôt en plein rapport ; alors la plantation produira, année commune, plus de dix mille myriagrammes pesant de girofle, lesquels, à raison de 6 fr. la livre, le plus bas prix que cette denrée s'est toujours vendue sur les lieux, donneront un revenu annuel de 1,296,000 fr. Son intention étoit de porter le nombre des girofliers à cent mille, et de multiplier beaucoup les poivriers, les cannelliers, les muscadiers, ainsi que l'arbre à pain, dont les nègres mangent volontiers le fruit cuit dans l'eau, quoiqu'il soit d'une qualité bien inférieure à celui des îles des Amis. La liberté des noirs a suspendu l'exécution de ce projet.

L'établissement dont je viens de parler est disposé de manière que dans la suite tous les bâtimens se trouveront au centre des plantations. La sécherie qui vient d'y être bâtie n'a coûté que la main-d'œuvre des constructeurs : les bois de charpente et autres matériaux avoient été préparés par les nègres de l'habitation. Sa longueur est de quatre mètres sur huit de largeur ; elle est très-solide, très-bien exposée, et distribuée intérieurement de manière qu'on peut y faire sécher le girofle avec la plus grande commodité. On étoit obligé auparavant de l'exposer au soleil sur des draps, des nattes ou des claies ; et comme les averses sont très-fréquentes dans les premiers temps de la récolte, il falloit employer beaucoup de monde pour le rentrer et le sortir. La continuité des pluies mettoit quelquefois dans la nécessité

de le laisser entassé : alors il étoit exposé à se détériorer, ou même à perdre tout son prix.

Le cannellier appartient au genre des lauriers. Cet arbre, remarquable par ses belles feuilles ovales, entières, lisses, d'une consistance ferme, marquées de trois nervures saillantes longitudinales, ne s'élève qu'à cinq on six mètres. Sa forme approche de celle de l'oranger. Ses fleurs paroissent en décembre et en mars ; elles répandent une odeur désagréable. C'est particulièrement dans l'écorce que réside le parfum ; le bois y participe un peu.

Pour tirer le meilleur parti possible du cannellier, il faut le planter en haie sur trois rangs, de manière qu'il y ait deux pieds de distance en tout sens entre les individus. On les coupe la première année à deux décimètres au-dessus de la surface de la terre. Ainsi rapprochés, ils ne poussent que des branches droites et verticales dont l'écorce est très-fine et facile à dépouiller : on peut employer à cette récolte des vieillards, des enfans, et même des infirmes.

Le poivrier pourra encore devenir un grand objet de spéculation pour la colonie : sa culture exige peu de soins ; il suffit de le planter au pied d'un monbin ou d'une immortelle (*erythrina-corallodendrum*), qu'il aime de préférence : il s'attache comme le lierre, au moyen des racines qui sortent de ses nœuds ; il embrasse leurs tiges, et monte en serpentant autour d'elles. Lorsqu'il est parvenu à trois mètres d'élévation, on coupe la tête de l'arbrisseau qui lui sert d'appui, afin de cueillir

les fruits avec facilité. Un seul pied de ceux que le citoyen Martin avoit apportés de l'Inde, a produit six livres de poivre gros, bien plein, d'une saveur piquante, aromatique, et d'une qualité bien supérieure à celui de Mahé.

Le muscadier, dont les fleurs exhalent un parfum exquis, approchant de celui de l'oranger, mérite d'être employé à la décoration des jardins et des vergers. Dans sa jeunesse, il veut être abrité des rayons du soleil; on peut le planter à l'ombre des bananiers.

Le muscadier paroît avoir du rapport avec les lauriers; c'est un arbre de huit à dix mètres. Son écorce est lisse et grisâtre; ses branches sont étalées; ses feuilles alternes, ovales, entières, luisantes en dessus et blanchâtres en dessous, ressemblent un peu à celles du poirier. Les fleurs sont dioïques, c'est-à-dire que les mâles et les femelles se trouvent sur des pieds séparés comme dans les palmiers; elles sont petites, sans corolle, et naissent aux aisselles des feuilles. Leur calice est évasé, à trois divisions. Les étamines sont au nombre de neuf à douze. L'ovaire est surmonté de deux stigmates : il devient une baie pyriforme de la grosseur d'un petit œuf. Le brou est d'abord verd, puis il se teint d'une couleur jaune foncée : en s'ouvrant il laisse appercevoir une enveloppe intérieure, mince, à réseau, d'un beau rouge, et très-parfumée; cette enveloppe est connue sous le nom de macis : elle est appliquée sur une coque cassante qui contient la muscade. L'arbre fleurit en octobre; le fruit est huit à neuf mois à mûrir.

L'auteur joint à son mémoire un tableau où l'on voit d'un coup d'œil le nombre d'individus qu'il a distribués depuis 1791 jusqu'à son départ; savoir, cinquante-deux mille quatre cent quarante-sept girofliers, six mille deux cent trente cannelliers, quatre cent quarante poivriers, treize cent soixante-trois arbres à pain, cent vingt-cinq badamiers, vingt-sept cannes à sucre violettes de Batavia, cinq vakouas, seize rotangs, onze manguiers, autant de vanilles, et une multitude de fruits qui ont levé abondamment.

Les citoyens Guillot, commissaire civil, et d'Alais, gouverneur de Cayenne, accordèrent en 1793 un terrain excellent, très-diversifié, et arrosé d'une source d'eau vive qui ne tarit jamais, pour y former un nouveau jardin de botanique, où l'on a déja établi de très-belles pépinières.

Le citoyen Martin desiroit voyager dans l'intérieur des terres pour y chercher plusieurs arbres d'où découlent des gommes et des résines précieuses, et beaucoup d'autres dont les bois pourroient être employés dans les constructions navales et civiles : on les auroit multipliés dans le jardin de botanique, et il eût été facile d'en faire ensuite de grandes plantations aux environs de Cayenne. Le citoyen Guillot étoit entré dans ces vues; il alloit ordonner l'exécution de ce projet au moment où il a été remplacé.

Le citoyen Martin annonce qu'il avoit chargé sur la gabare *le Dromadaire*, dans le mois de décembre 1792, un grand nombre d'échantillons de différens bois d'en-

viron neuf décimètres de longueur, adressés à Lorient, où ils devoient servir à des expériences relatives à la marine. Un double de ces mêmes bois eût été déposé dans le cabinet du Muséum d'histoire naturelle : malheureusement ils ont été perdus, ainsi que deux autres envois considérables, composés de graines, de plantes sèches, et autres productions de la nature. Le citoyen Martin peut se consoler de ces pertes par le souvenir des établissemens qu'il a formés à Cayenne, et qui pourront un jour élever cette colonie au plus haut degré de prospérité. Pour l'y conduire, il ne faut plus que des bras dirigés par une administration sage, éclairée et fidèle.

La Guiane française est une des contrées les plus fertiles de la terre. Son sol varié, entrecoupé de rivières et de ruisseaux, est propre à toutes sortes de cultures. L'air qu'on y respire est plus salubre que dans la plupart de nos autres colonies. On pourra étendre les défrichemens aussi loin qu'on voudra sur le continent, dont les vastes et antiques forêts, peuplées d'une multitude d'espèces d'arbres, fourniront abondamment et à peu de frais tous les bois nécessaires aux usages et aux commodités de la vie.

Nous pensons que le citoyen Martin a rempli avec beaucoup de zèle et d'intelligence la mission importante dont il avoit été chargé; et son mémoire, qui renferme des observations intéressantes sur la culture des arbres à épicerie, nous paroît digne d'être imprimé parmi ceux des savans étrangers.

MÉMOIRE

Sur l'introduction de diverses plantes utiles dans les colonies françaises de l'Amérique, notamment celle de la Guiane, et sur la réussite ou non-succès de leur culture,

Par Louis-Claude Richard.

Lu le premier ventose an 5.

Quoique les voyages que j'ai faits pendant huit années dans le continent et les îles de l'Amérique, n'eussent pour objet que des recherches scientifiques sur l'histoire naturelle, je me suis cependant livré, autant que celles-ci me l'ont permis, à quelques travaux et observations d'agriculture coloniale : mais je n'exposerai ici sommairement que ceux ou celles qui, ayant rapport à mon sujet, peuvent être de quelque intérêt pour l'histoire de nos colonies, leurs habitans et le gouvernement.

Je diviserai ce mémoire en deux articles : le premier offrira la dénomination des plantes introduites, et fixera les époques de leur introduction ; le second, les événemens relatifs à leur culture.

ARTICLE PREMIER.

Introduction et Dénomination.

Si des hommes instruits et prévoyans eussent men-

tionné dans quelques ouvrages les faits relatifs aux diverses introductions de plantes qui se sont succédé depuis l'établissement des colonies américaines, en en fixant la dénomination exacte, l'historien et le voyageur ne seroient pas si souvent embarrassés de décider si certains végétaux sont propres ou non aux pays qu'ils habitent aujourd'hui. C'est parce que j'ai éprouvé moi-même cet embarras, que j'ai cru utile, afin de le diminuer pour l'avenir, de recueillir sur cet objet les notes suivantes.

On sait que c'est au célèbre Poivre, intendant de l'île de France, que les colonies françaises sont redevables de la possession des *plantes à épices*. On sait aussi que la conservation et la multiplication de ces précieux végétaux, et de beaucoup d'autres, sont dues aux soins assidus d'un agriculteur instruit et zélé de cette même île, nommé Céré. C'est par ce dernier que les divers envois dont je vais parler ont été préparés.

Première époque, 1772.

En 1772, l'ordonnateur Maillard expédia de l'île de France, par un ordre du gouvernement, qu'il avoit, m'a-t-on dit, lui-même sollicité, un navire commandé par le capitaine Abram, qui, après soixante-quatre jours de traversée, arriva en novembre à Cayenne, pour lui faire le premier don des *plantes à épices*. Les principaux végétaux de cet envoi qui réussirent, furent :

Le giroflier, *caryophyllus aromaticus*;

Le cannellier, *laurus cinnamomum;*
Le manguier, *mangifera indica;*
Le jamier, *eugenia jambos;*
Le jaquier, *artocarpus integrifolius;*
Le lon-gan, *scytalia lon-gan.*

Les muscadiers, et quelques autres plantes, furent tellement fatigués par le transport, que leur perte fut inévitable. Cependant elle fut en partie réparée par le zèle du chirurgien-major de la colonie, qui, selon sa manière accoutumée envers les étrangers, avoit si bien accueilli le chirurgien du navire indien, nommé Deschamps, que celui-ci ne put lui refuser quelques-uns des fruits frais conservés dans sa malle pour être portés en France. De ce don particulier naquirent, sous la main soigneuse et dans le jardin même du chirurgien-major, deux plantes intéressantes :

Un muscadier, *myristica officinalis;*
Et un cocotier des Maldives.

Mais cette belle espèce de palmier à feuilles en éventail n'a point survécu à sa première production de fleurs mâles, que je n'ai pu voir qu'en marcescence.

Du port de Cayenne le même bâtiment se rendit à Saint-Domingue, où il déposa, au commencement de 1773, les caisses qui étoient destinées pour cette île.

Deuxième époque, 1784.

Un second envoi du même lieu arriva à Cayenne le 4 mars 1784, par le navire *l'Aimable Indienne*. Les

caisses qui me furent remises, ne me présentèrent que des végétaux morts ou moribonds, parce que le mauvais temps avoit forcé le capitaine du navire de les renfermer dans la cale. Quelques cannelliers, et une espèce de poivrier envoyée par erreur pour celle du commerce, résistèrent seuls à cette réclusion, extrêmement contraire à la végétation lorsque ses effets ne sont pas modérés par quelque courant d'air. Parmi les muscadiers qui formoient l'objet principal de l'envoi, deux donnoient encore quelques signes de végétation; mais l'étiolement, auquel ils étoient dus, rendit inutiles les soins que je pris pour leur conservation.

Plusieurs fruits, également envoyés par le citoyen Céré, m'ayant été remis, j'en semai aussitôt les graines dans le jardin public; j'obtins de ce semis,

1 lit-chi, *scytalia lit-chi;*
6 voakoas, *pandanus odoratus;*
7 à 8 sagoutiers, *sagus palma-pinus;*
Plusieurs bois-noirs, *mimosa lebbek;*
Grand nombre d'alcannas, *lawsonia tinctoria.*

Toutes ces plantes habitèrent pour la première fois le sol de l'île où j'étois.

Troisième époque, 1785.

En mars 1785, les administrateurs de Cayenne expédièrent pour le Para la corvette *le Malin*, capitaine La Galennerie. Je demandai avec instance mon embarquement sur ce bâtiment, dans l'espoir flatteur de

recueillir, dans cette colonie portugaise, des renseignemens utiles à celle de Cayenne, particulièrement sur l'éducation des bestiaux, sur les végétaux propres à la teinture des cotons, sur le caoutchouc, la salsepareille, etc. Ayant remis aux archives de la colonie une relation détaillée de ce trop court voyage, je citerai seulement ici quelques-unes des plantes utiles que j'en ai rapportées vivantes : savoir,

Le pourpier du Para, *talinum oleraceum ;*
Une corymbifère alexitère, *erigeroides ;*
Un ananas nouveau, *ananas microcarpa ;*
Un manioc nouveau, *iatropha trifoliolata ;*
Le sapokaia, *theobroma ? macrocarpa.*

J'avois aussi rempli plusieurs baquets de lits de sable et de graines germantes de caoutchouc, que le fleuve des Amazones rejette abondamment sur ses bords ; mais, dans une nuit, les gens de l'équipage anéantirent l'utile projet que j'avois formé d'établir une nombreuse pépinière de cet arbre célèbre, mais trop rare et trop éloigné dans la Guiane française, pour que les colons puissent en tirer parti.

Quatrième époque, 1787.

Retournant à Cayenne en novembre 1787, après un voyage de vingt-un mois dans les Antilles, j'y introduisis plusieurs plantes, notamment

L'althéa de la Chine, *hibiscus rosa-sinensis ;*
Le grenadier nain, *punica nana ;*

Le guava-berry des Anglais, *eugenia expetita* ;
Le bambou, *nastus ? bambos* (1).

J'avois eu occasion de voir à la Guadeloupe le c. La Luzerne, qui se rendoit à Saint-Domingue en qualité de gouverneur général. Son amour pour l'histoire naturelle, et particulièrement pour la botanique, m'étant démontré par l'usage habituel qu'il faisoit des ouvrages de Linné, je multipliai, autant que je pus, mes entretiens avec lui. Des divers projets d'utilité publique qui en étoient l'objet, celui dont il auguroit les plus heureux effets, étoit l'établissement de pépinières coloniales où l'on cultiveroit et multiplieroit toutes les plantes utiles tirées de différens lieux. Sur le récit que je lui fis des richesses végétales de Cayenne, il résolut dès-lors de faire un jour contribuer cette colonie aux avantages agricoles qu'il méditoit de procurer à celle où il alloit commander.

En effet, ce général expédia du Port-au-Prince, dans les derniers jours d'octobre 1787, un bâtiment qui mouilla à Cayenne le mois suivant. Le capitaine Duclesmeur, jeune homme plein de ce zèle et de cette intelligence qui font présager le succès d'une mission difficultueuse, après avoir remis aux administrateurs les papiers concernant la sienne, m'apporta une lettre et une note des animaux et végétaux particulièrement desirés par le c. La Luzerne.

---

(1) Ce dernier fut apporté pour la première fois de l'Inde à la Martinique, et en même temps à Saint-Domingue, en 1752.

Ayant obtenu du nouveau et bienveillant gouverneur Villebois l'autorisation nécessaire pour rassembler tout ce que je jugerois convenable pour la formation de l'envoi demandé, je fis apporter de *la Gabrielle* cent girofliers encore en mannequin. Croyant l'occasion favorable pour répandre les arbres à épices dans nos Antilles, où je n'avois pu, sous le gouvernement tyrannique de Bessner, n'en envoyer que quelques pieds furtivement, je portai le nombre des girofliers à trois cents par de jeunes plants provenus de mes semis dans le jardin public. Je tirai également de ces semis un bon nombre de jeunes cannelliers; et la petite pépinière de plantes utiles que j'avois commencé à y établir, me fournit le moyen de rassembler en peu de temps de quoi former en végétaux un envoi aussi riche que varié. Disposés tous par mes mains dans des caisses que j'avois fait préparer, celles-ci furent embarquées par les soins de l'ardent Duclesmeur, qui eut ordre d'en déposer une partie à la Martinique et à la Guadeloupe, avant de se rendre à sa destination.

Je regrette de ne pouvoir désigner ici les diverses plantes introduites à Saint-Domingue par cet envoi; mais on peut consulter sur cet objet la gazette de cette île, rédigée alors par le citoyen Mazard.

Cinquième époque, 1788.

VERS la fin de 1788, le navire *l'Alexandre*, capitaine Motais, entra dans le port de Cayenne, chargé d'un

grand nombre de caisses ou barriques remplies de plantes qui avoient été confiées pendant la traversée aux soins du citoyen Darras. Celles qui furent débarquées végétantes étoient les suivantes :

8 muscadiers (dont quelques-uns malades);
27 cannelliers;
2 rotangs, *calamus rotang;*
1 cocotier, *cocos nucifera;*
1 hévi, *spondias cytherea;*
1 coignassier de Chine;
1 tinku, *dryandra oleifera;*
1 roussailler, *eugenia uniflora;*
3 badamiers, *terminalia catappa;*
3 rimas, *artocarpus incisus;*
3 cannes à sucre de Batavia.

J'étois à Saint-Pierre de la Martinique, lorsque le même navire, après avoir rempli sa mission à Cayenne, vint y débarquer sept barriques et une caisse contenant ensemble trente plants de quinze espèces différentes de plantes. Mais les végétantes avoient été réduites au petit nombre de

4 cannelliers;
1 rima;
1 badamier;
1 buis de Chine, *murraya exotica;*
1 jamier;
1 betel, *piper betle;*
2 cannes à sucre de Batavia.

La Martinique n'ayant point de jardin public, l'intendant Foulquier, ami des sciences et des arts, me

désigna pour lieu de dépôt une habitation peu éloignée, nommée *la Montagne*. Je m'empressai d'y planter moi-même ces végétaux arrivans, qui avoient le plus grand besoin de cette opération.

Sixième époque, 1789.

LONG-TEMPS desirée par les habitans de Cayenne, la véritable espèce de poivrier commercial (*piper nigrum*) ne leur fut apportée de l'île de France qu'en 1789. Le citoyen Martin, jardinier zélé, à qui le jardin national de botanique doit l'introduction d'un grand nombre de plantes vivantes, devant rendre compte au public du succès de ses importantes missions dans l'Inde et l'Amérique, je ne porterai pas la faux sur la moisson d'autrui.

Je passe donc au second article de ce mémoire.

ARTICLE II.

CULTURE.

Jardin public de Cayenne.

DÉBARQUÉ dans le port limonneux de Cayenne en décembre 1781, je fis pendant plusieurs années d'inutiles démarches près du gouverneur le baron de Bessner pour obtenir la clef du jardin public, dit *Jardin du roi*, dont les produits étoient versés dans la maison des administrateurs. Instruit, par plusieurs habitans éclairés, de la véritable destination de ce lieu, je saisis, au mépris

des menaces, la première occasion qui se présenta en 1784 de m'en emparer, pour le faire tourner à l'utilité publique. Elle me fut fournie par un envoi de plantes de l'Inde, que je demandai à y déposer, soigner et multiplier. Par de pénibles défoncemens et transports de terre, je convertis enfin ce jardin potager et marécageux dans la saison des pluies, en un local propre à devenir une petite pépinière de plantes utiles et distribuables aux habitans. Mais des obstacles invincibles firent que mes efforts ne furent pas aussi fructueux pour la colonie que je le desirois. Je fus plus heureux dans la formation d'un jardin voisin, qui, créé et cultivé par mes soins, parvint en peu de temps à fournir les légumes, les fruits et une partie des plantes médicinales utiles au service de l'hôpital, dont, pour cette raison, il a tiré son nom.

Le terrain que je venois de préparer dans le trop petit jardin public, étoit principalement destiné à la multiplication des arbres à épices. De criminels abus d'autorité (que je développerai plus loin) s'opposèrent à celle du giroflier. J'étois cependant parvenu, par l'appât d'une récompense, à me procurer des fruits mûrs d'un très-bel arbre, cultivé dans l'habitation du ci-devant ordonnateur Préville : de là les plants dont j'ai parlé dans la quatrième époque de l'introduction.

Cannellier. Quatre beaux cannelliers qu'un habitant me donna, me produisirent beaucoup de fruits, dont les oiseaux, et sur-tout *le bleuet* (*tanagra episcopus*), dévoroient la majeure partie. J'ai fait passer dans les

Antilles, par diverses occasions, la plupart des jeunes plants provenant du semis de ces fruits ; et lorsque je quittai Cayenne, plusieurs carreaux du jardin public en étoient encore remplis.

Les colons paroissoient en général attacher trop peu d'intérêt à la multiplication de cette plante, pour que je crusse devoir y apporter une grande activité. Le cannellier étoit, à la vérité, répandu dans toutes les habitations de la colonie; mais nulle part on ne me paroissoit disposé à le cultiver en grand comme objet de commerce. Le peu d'écorce qu'on en préparoit servoit aux usages domestiques, ou n'étoit envoyé en France qu'en très-petite quantité ; et ses feuilles aromatiques étoient employées dans les sucreries à donner au tafia une saveur agréable, qui le faisoit rechercher.

Muscadier. Un muscadier de moyenne taille penchoit inutilement ses abondantes fleurs mâles sur des plantes insensibles à ses signes de nubilité. Soutenu dans son gratuit épuisement par les soins vigilans du chirurgien-major Noyer, il présageoit depuis long-temps à la colonie des noces fécondes, si l'introduction (maintenant faite) de quelques femelles de même espèce en favorisoit l'exécution. Nous jugeâmes cependant, le citoyen Noyer et moi, qu'en attendant cet heureux événement, il seroit bon de multiplier cet arbre précieux, afin de diminuer les regrets de sa perte, si une mort imprévue venoit à le frapper. Nous nous mîmes donc à le marcotter; mais j'ignore le résultat de cette opération. J'en

avois aussi projeté une autre, que les travaux directement relatifs à ma mission ne m'ont pas permis d'exécuter, mais qui pourroit l'être par une autre personne : c'étoit de greffer le muscadier sur d'autres espèces du même genre, qui croissent spontanément dans les bois de la Guiane, et notamment sur le *guayamadou* (*myristica sebifera*).

Jamier. Deux très-beaux arbres à fruit, le jamier et le manguier, réussirent parfaitement dès leur premier transport de l'Inde. Ornemens actuels de presque toutes nos colonies américaines, ils sont cependant plus multipliés et plus féconds dans celle de la Guiane, qui en a été le berceau. Les fruits du jamier, dont les fleurs surpassent en grandeur celles des nombreuses espèces du même genre, flattent plus généralement la vue qu'ils n'excitent l'appétit. La forme et la saveur leur ont mérité le nom de *pommes-roses ;* mais l'extrême exaltation de cette dernière fait qu'on ne les mange guère que confits au sucre de diverses manières.

Manguier. Il n'en est pas de même de ceux du manguier. Moins variable dans sa forme plus ou moins ovoïdale et inclinante à celle d'un rein, que par sa couleur verte, jaune, pourpre, violette, la mangue offre, sous sa peau un peu coriace, une pulpe jaune, très-succulente, sucrée, et plus ou moins térébenthinacée; mais elle est peu épaisse en raison du volume de son noyau cartilagineux, qui est revêtu d'une sorte d'étoupe

dont les filamens s'engagent quelquefois désagréablement dans les dents. Ce fruit est généralement estimé ; il plaît aux malades et aux convalescens, et leur est quelquefois même utile. Quelques personnes font confire les jeunes mangues au vinaigre en guise de cornichons.

Mais je crois utile d'ajouter ici quelques observations propres à éclairer les cultivateurs de nos îles, dont plusieurs me témoignèrent du regret d'avoir donné leurs soins à un arbre dont ils ne recueilloient que de mauvais fruits.

Le premier manguier introduit à Cayenne, qui, planté dans le terrain de l'hôpital, ne produisit plus dans un âge avancé que de petits fruits immangeables, fut le père d'un grand nombre d'arbres disséminés dans la colonie. Ces arbres, et ceux qui en naquirent, présentèrent de nombreuses variétés, caractérisées particulièrement par la diversité des feuilles et du fruit. Outre les variations de celui-ci mentionnées plus haut, on en remarquoit encore dans son volume depuis six jusqu'à douze centimètres de grand diamètre, et dans sa qualité. Celle-ci est souvent en rapport avec la grosseur : aussi les meilleures mangues que des cultivateurs ont obtenues dans les dernières années de mon séjour à Cayenne, étoient-elles en même temps les plus grosses. Mais la mangue de bonne qualité, pour être trouvée telle au goût, doit être cueillie à un point de maturité fixé ordinairement dans le court intervalle de quelques jours.

Bois-noir. Les bois-noirs que je semai en 1784

prirent un si prompt accroissement, qu'à leur quatrième année ils avoient six à huit mètres de hauteur, et un tronc d'environ deux décimètres de diamètre. Dès la troisième même, quelques-uns se parèrent de leurs jolies fleurs incarnates, et exposèrent à l'agitation des vents leurs gousses pendantes, longues et plates. Si le peu de dureté du bois blanchâtre de cet arbre en borne l'utilité dans les arts, sa facile et prompte croissance peut le rendre propre à divers usages d'économie rustique, tels que la formation des allées et sur-tout des palissades, le reboisement des plantations abandonnées, et principalement de ces montagnes qu'on se repent dans les Antilles d'avoir trop découvertes, etc.; mais c'est dans la balance de l'expérience que la valeur de ces propositions doit être pesée.

Alcanna. Fort anciennement répandu et cultivé dans diverses contrées de l'Afrique et de l'Asie comme propre à la teinture, l'alcanna n'habita nos colonies américaines qu'en 1784, époque du premier semis que j'en fis à Cayenne, d'où je l'ai fait parvenir dans quelques Antilles. Son port myrtoïde, et sa petite taille, qui n'excède guère quatre décimètres, le rendent propre à être planté en bordures. Ses feuilles opposées sont ovoïdo-lancéolées, aiguës aux deux bouts et un peu luisantes; ses rameaux quadrangulés se chargent, en frimaire et nivose, de nombreuses petites fleurs pâles très-odorantes. Mes occupations m'ont forcé de laisser à un autre le soin de tenter quelques essais sur sa propriété teinturienne, dont la

simple inspection du suc et des autres parties ne m'a offert aucun indice.

Sagoutier. Dans un pays où la nature embellit les savannes et les forêts par de nombreuses cohortes de palmiers divers, les sagoutiers que j'avois semés ne pouvoient que réussir; et Cayenne peut déja peut-être en transmettre à nos autres colonies américaines qui en sont dépourvues.

Voakoa. Quoique les voakoas dont j'avois décoré le jardin public de Cayenne, fussent d'une très-belle venue avant mon départ de ce lieu, je n'eus pas la satisfaction d'en voir la fructification : mais la Guadeloupe, qui possédoit cette belle plante beaucoup plus anciennement, m'avoit procuré cette jouissance. J'avois respiré en 1786, dans le jardin du citoyen Godet, voisin de la Basse-Terre, l'odeur suave des fleurs du seul individu mâle auquel plusieurs femelles, placées à une grande distance dans le territoire *du Parc*, devoient leur fécondité.

Lit-chi. Le seul lit-chi que Cayenne possédât, et que j'avois planté au milieu de quatre grands cannelliers, n'avoit encore que quatre mètres de hauteur lorsque j'en partis.

Lon-gan. La veille de mon embarquement pour le Para, j'appris du citoyen Matthelin que le propriétaire d'un petit terrain où le premier et seul lon-gan apporté

de l'Inde avoit été déposé, se plaignoit que ce bel arbre le gênoit. Il avoit alors la taille d'un fort pommier de plein vent, et se chargeoit annuellement, en messidor, de panicules de petites fleurs blanchâtres et de fruits globuleux, souvent accouplés. J'allai aussitôt promettre à ce particulier d'autres arbres qu'il paroissoit desirer, s'il suspendoit jusqu'à mon retour la destruction qu'il projetoit. Mais la coupable indifférence des administrateurs, dont j'avois provoqué la surveillance sur cette propriété publique, laissa, pendant mon absence, tomber cet arbre précieux sous la hache barbare de son infidèle dépositaire. A mon arrivée du Brésil, j'en trouvai le tronc dépecé en bois de chauffage; mais son énorme racine étoit récemment sortie de terre. Trouvant encore dans celle-ci quelques signes de végétation, je la fis sur-le-champ transporter au jardin public, et je la plantai vers son extrémité occidentale. Elle produisit plusieurs drageons qui végétoient vigoureusement au temps de mon départ. Leur réussite étoit d'autant plus desirable, que les habitans n'avoient point multiplié cet arbre, probablement parce qu'ils trouvoient dans son fruit trop peu de chose à manger. Il leur offroit cependant, sous son enveloppe coriace et raboteuse, une pulpe mince, mais succulente, fort délicate et suave, qui renferme, sans autre adhérence que par sa base, une graine brune et luisante, à peu près de la grosseur et de la forme d'une aveline.

Je n'avois eu connoissance de cet intéressant végétal, planté dans un lieu clos, que l'année précédente, où il

m'avoit été permis d'en cueillir quelques fruits mûrs en vendémiaire. J'en avois semé les graines, qui me donnèrent plusieurs plants que je fis passer dans les Antilles, dans l'espoir que j'avois d'en obtenir bientôt d'autres.

Jaquier. Compagnon de voyage et d'habitation du précédent, un jaquier subit le même sort. En vain le foible tronc et les branches peu nombreuses de cet arbre sembloient-ils exciter les colons à sa facile culture par la singularité et l'énormité des fruits charnus dont ils se chargeoient ; ceux-ci furent jugés mauvais, et on ne s'occupa point, ou du moins très-peu, de sa multiplication. En effet, je n'ai vu dans toutes mes courses que quelques rejetons de cette plante dans une habitation abandonnée du continent, et un seul jeune plant dans l'île, sur l'habitation dite *le Petit Coco*.

Rima. Déja connu des colons de la Guiane, par diverses relations, sous le nom fameux d'*arbre à pain*, le rima, congénère du jaquier, a reçu d'eux un accueil plus favorable que ce dernier. Les plants de cet arbre, mentionnés à la cinquième époque de l'introduction, ont eu un tel succès, que dès la troisième année ils offrirent leurs utiles fruits aux regards étonnés et joyeux des Cayennois.

Un de ces fruits m'ayant été donné en 1791 par un habitant de ce pays nommé Bagot, je le mets sous les yeux de mes confrères, comme étant le premier qui jusqu'à présent ait été apporté dans Paris.

Le rima que je plantai à la Martinique en 1788, avoit si bien repris (ainsi que les autres plantes qui l'accompagnoient), que trois ou quatre mois après son introduction dans le jardin de l'industrieux habitant Pairès, j'en détachai la feuille que je vous présente, qui, ayant neuf décimètres de longueur sur six de largeur, atteste la vigueur de l'arbre qui l'a produite : mais je vous observe cependant que ces dimensions sont ordinairement beaucoup moindres.

Un climat favorable, une propagation facile par marcottes, boutures et graines, une prompte croissance, un rapport hâtif, et l'intérêt même des colons, semblent concourir pour présager à la France une grande et prochaine multiplication de cet utile végétal dans ses colonies américaines.

Quelques essais de greffe du rima pourroient peut-être avoir des résultats avantageux, ou offrir du moins des observations utiles aux botanistes. Je conseillerois de les tenter, 1°. sur quelque espèce de figuier, telle que le *figuier à vers* (*ficus anthelmintica*); 2°. sur le *bois-cannon* ou *bois-trompette* (*cecropia peltata*); 3°. et sur-tout sur le *bagasse* (*bagassa guianensis*).

Ehrétie odorante. J'avois étalé, sur un carreau du jardin public de Cayenne, la terre des caisses apportées de l'île de France en 1784, dans l'intention de faciliter, par cette opération, la germination des graines qu'elle pouvoit recéler. J'obtins par-là quatre espèces de plantes; savoir,

La sigesbeckie orientale, *sigesbeckia orientalis*.

L'illécèbre mauricien, *illecebrum mauritianum :*

Glabriuscule, rampant : feuilles longuement lancéolées, également rétrécies et aiguës par les deux bouts; capitules très-petits, blancs, axillaires, sessiles.

L'oldenlandie lancéolée, *oldenlandia lanceolata :*

Glabre, dressée : feuilles un peu largement lancéolées; pédoncules longs, bi-quadriflores; pédicelles divariqués.

L'ehrétie odorante ou latériflore, *ehretia internodis*.

Les trois premières fleurirent et fructifièrent dans le lieu où elles étoient nées; mais je crus devoir prendre un soin plus particulier de la dernière.

J'en transplantai trois individus, qui, dans l'espace de deux à trois ans, devinrent des arbrisseaux très-rameux, ayant environ deux mètres de hauteur. Des côtés des jeunes rameaux, naquirent alors des panicules de fleurs très-suavement odorantes, dont l'extrême blancheur ressortoit agréablement sur le beau verd foncé de ses feuilles ovales et très-glabres. Sa fleuraison tardive, en frimaire et nivose, doit concourir avec les qualités ci-dessus pour faire rechercher cet arbrisseau comme ornement des jardins.

Pourpier du Para. C'est près de la rivière Saint-Antoine, qui se jette dans le fleuve des Amazones, à environ sept lieues au-dessous du Para, que je trouvai la nouvelle espèce de *talin* dont il est ici question. A bord du bâtiment dont j'ai parlé dans la troisième époque de l'introduction, étoient un pilote portugais et un

interprète, auxquels j'avois pris l'habitude de montrer le produit de mes excursions; excursions que les poursuites à main armée des gardes-côtes m'empêchoient de pousser aussi loin que je le desirois. A la vue de cette plante, notre pilote s'écria, dans son langage qui me fut interprété : « Voici notre oseille du Para ». Je la plantai aussitôt dans un baquet du bord, avec beaucoup d'autres, dont je n'avois pu également voir la fructification.

Quelques mois après mon retour à Cayenne, ses tiges herbacées se terminèrent par de gros pédoncules triangulaires chargés de jolies fleurs purpurines, auxquelles succédèrent promptement de petites capsules pisiformes, dont la maturité m'étoit indiquée par la recourbure de leurs pédicelles. Je m'occupai tellement de la multiplication de cette plante vivace, que, dès la deuxième année, je pus commencer à en introduire l'usage dans quelques cuisines : charnue, très-tendre et agréablement acidule, elle peut y être substituée avec avantage à divers herbages du pays, que l'habitude seule peut faire trouver bons. Le suc exprimé de cette plante, étant rafraîchissant, offre pendant toute l'année un médicament simple et abondant, qui, au rapport même du pilote portugais, est d'une application utile à diverses maladies inflammatoires et putrides.

Il paroît que cette plante est très-répandue dans le Brésil. Pison, qui en a donné une courte description, l'appelle *oseille brésilienne;* et Vandelli, qui a publié les plantes recueillies par Vellozo dans cette vaste contrée

de l'Amérique, entre les 21 et 24 degrés de latitude sud, l'a caractérisée spécifiquement sous le nom générique de *pourpier*.

J'ai cru devoir entrer dans ce détail historique pour appeler l'attention des botanistes sur cette jolie plante, que j'ai eu le plaisir de voir fleurir et fructifier l'été dernier dans le jardin botanique de Paris.

Érigéroïde. Le gouverneur du Para, comme pour me dédommager de la défense qu'il me fit signifier de descendre dans cette ville, et même sur le territoire voisin, m'adressa une plante enracinée dans un pot, portant une inscription portugaise, qui me fut interprétée ainsi : « Plante bonne contre la morsure des serpens ». Comme elle traçoit en prenant racine de tous les nœuds qui touchoient la terre, il me fut très-facile de la multiplier: en sorte qu'en moins de deux ans, elle garnit plusieurs carreaux du jardin public de Cayenne. J'annonçai alors à divers habitans la distribution que j'en pouvois faire, et plusieurs d'entre eux en munirent leurs jardins, sous le nom d'*herbe à serpent du Para.* J'en procurai aussi à nos îles Martinique et Guadeloupe.

Cette plante vivace, glabre; à tiges herbacées, étalées et redressées ; à feuilles alternes, ovale-lancéolées, crassiuscules et un peu luisantes; étoit une corymbifère voisine des érigères, dont elle ne paroît différer que parce que ses petites fleurs purpurines sont uniformément flosculeuses. Sa saveur aromatique-âcre sembloit indiquer quelque vertu éminente; mais, à mon départ

d'Amérique, aucune expérience n'avoit encore constaté celle que lui attribuoit l'inscription portugaise.

Manioc tréflé. Herborisant sur la rive droite du fleuve des Amazones, je trouvai une plante dénuée de fructification, mais que son suc laiteux, son port, ses feuilles trifoliolées, et sur-tout sa racine énormément tubéreuse et découverte par le flux, me firent aisément reconnoître pour une espèce de manioc. J'en éclatai les branches les plus ligneuses, qui, mises en terre dès mon retour à Cayenne, formèrent en peu de temps autant d'arbrisseaux. Quoiqu'ils se chargeassent annuellement de leurs fleurs jaunâtres en petits panicules lâches et dichotomes, et de leurs fruits globuleux, lisses (et par conséquent différens de ceux du manioc cultivé, dont cette espèce a le port), j'ai toujours cherché vainement la tubérosité de leur racine, sur laquelle j'avois projeté quelques essais.

Ananas à petit fruit. Poussé par le desir de quelques découvertes végétales, je pénétrai un jour dans un bois assez épais, situé à une lieue environ en deçà de l'embouchure de la rivière Saint-Antoine, mentionnée plus haut. Je ne tardai pas à être arrêté par la fréquence d'une plante dont les feuilles, longues et aussi étroites que celles de notre souchet, me déchiroient les jambes. Mais j'oubliai bientôt ces légères blessures, lorsque plusieurs tiges, hautes de cinq à six décimètres, terminées, les unes par une petite tête de fleurs bleuâtres,

les autres par un fruit courtement couronné, de la grosseur et couleur d'un petit citron, m'apprirent que je découvrois une nouvelle espèce d'ananas. Deux couronnes que j'en plantai à Cayenne, reprirent difficilement, et ne fructifièrent point pendant mon séjour dans ce pays.

Sapokaia. Peu de jours après notre mouillage dans le fleuve des Amazones, une pirogue de pêcheurs brésiliens aborda notre bâtiment, pour nous vendre du poisson. Ayant apperçu au fond de la pirogue un amas d'une espèce de gros fruits qui m'étoit inconnue, je m'y élance, je paye, et j'enlève le tout. Un Brésilien en saisit un, casse son bout supérieur, verse un peu de sirop qu'il mêle à la pulpe, et la mange ensuite; voulant m'indiquer par-là l'usage de ce fruit, auquel il donna le nom de *sapokaia.*

Les gens de l'équipage profitèrent plus que moi de cette leçon, puisque, malgré le soin que je pris de cacher ces fruits, ils me les dérobèrent tous furtivement; en sorte qu'à mon retour à Cayenne je n'en trouvai plus que deux, que j'avois heureusement placés sous mon matelas. De toutes les graines que j'en semai, quatre seulement levèrent. Trois de ces arbrisseaux, que j'avois transplantés dans le jardin de l'hôpital, avoient environ trois mètres de hauteur lorsque je quittai cette colonie: j'emportai le quatrième dans une des vingt caisses de plantes vivantes que je destinois au jardin de botanique de Paris, mais que des circonstances particulières me forcèrent de laisser à la Martinique.

On reconnoîtra ces petits arbres, 1°. au duvet roux qui drape les jeunes rameaux, les très-courts pétioles et les nervures du dessous des feuilles, dont les jeunes sont pendantes; 2°. à la figure de celles-ci, qui sont grandes, oblong-obovales, et terminées subitement par une pointe étroite.

Je mets sous vos yeux une coque de ces fruits, qui avoient environ deux décimètres et demi de longueur sur douze à treize centimètres d'épaisseur. Ils ressembloient assez, à l'extérieur, et par leur coque, à ceux du Baobab; mais leur forme ovoïdale étoit plus resserrée par les côtés, et s'arrondissoit par les deux bouts, dont l'inférieur présentoit une certaine protubérance terminée par le point d'attache, qui, étant oblique, m'annonçoit une grande briéveté dans le pédoncule dont ils étoient dépourvus. Entièrement remplis d'une pulpe blanchâtre, gélatineuse, visqueuse, et fort acide; leurs graines nombreuses y étoient nichées entre cinq espèces de cloisons fibreuses, qui disparoissent avec la pulpe.

La réunion de ces caractères, et de quelques autres qui seront mieux placés dans un ouvrage de botanique, me fit soupçonner que cette plante étoit une espèce de *théobrome*, qui avoit beaucoup de rapports avec le *cacaoyer sauvage* décrit par Aublet.

Althéa de Chine. Un arbrisseau apporté de l'Inde décoroit tous les jardins soignés des Antilles par ses grandes et belles fleurs purpurines, auxquelles le triomphe de la vue sur l'odorat a valu le nom vulgaire de *roses*

de la Chine. L'extrême facilité avec laquelle il se multiplie par boutures, fit que le premier pied que je transportai à Cayenne, devint bientôt une pépinière que je distribuai aux habitans, en leur indiquant la vertu éminemment béchique que les fleurs réunissoient à la beauté.

Grenadier nain. Flatté de l'agrément que procuroient à quelques jardins des Antilles les jolies bordures de grenadier nain, j'en avois aussi emporté un pied qui n'a pas eu un égal succès, puisque je n'avois pas encore pu le multiplier lorsque je partis.

Guava-berry. Si l'instruction, si l'étude ou l'amour des sciences, et par conséquent la disposition à obliger ceux qui s'en occupent, sont ordinairement rares dans les colonies, le voyageur ne sauroit que les admirer davantage, lorsqu'il a le bonheur de les y rencontrer. Officieux habitans des îles danoises, pourquoi le sujet de ce mémoire arrête-t-il ma plume sur un des fruits que vous servez profusément sur vos tables, lorsque je voudrois qu'elle traçât tous les services que vous m'avez rendus ?

C'est de ces îles que j'ai transporté dans le jardin public de Cayenne, où elle a très-bien repris, une espèce de myrte extrêmement rameuse et feuillue, glabre dans toutes ses parties. Aux aisselles des feuilles, qui sont oblong-ovales et rétrécies insensiblement en longue pointe, se grouppent de très-petites fleurs blanchâtres,

dont naissent en moindre nombre des baies sphériques, très-lisses, luisantes, pourpre-noirâtres, ou quelquefois jaunes, n'ayant qu'un petit point nu pour ombilic. Elles sont à peu près de la grosseur des prunelles de nos haies, d'une chair ferme, un peu diaphane, et d'une saveur aromatique agréablement acidule, et renferment ordinairement une seule graine, et plus rarement deux.

Bambou. C'est une chose vraiment digne de remarque, que le bambou, introduit depuis quarante-cinq ans dans nos Antilles, où il est très-multiplié, n'y ait pas encore fleuri: c'est du moins ce qui paroît confirmé par l'assertion unanime des habitans que j'ai consultés, et par le silence de tous les voyageurs botanistes sur cet objet. J'ai moi-même cherché inutilement ses fleurs sur des pieds vigoureux, dont les tiges nombreusement grouppées excitoient mon admiration par le parallélisme de leur direction, et leur extrême hauteur excédant souvent quinze mètres.

La Guiane a bien son bambou, nommé *cambrouze* par les colons, et *jataboca* par Marcgrave : mais les longues épines mal-faisantes dont ses nœuds sont armés, et qui m'ont souvent forcé de rebrousser chemin, doivent engager les Cayennois à préférer la première espèce, et par conséquent à prendre soin des rejetons et boutures que j'en ai fait reprendre dans le jardin public.

Canne à sucre de Batavia. Les plants de canne à sucre de Batavia, nouvellement introduits dans la Guiane

et la Martinique, étoient encore trop jeunes lorsque j'en partis, pour me permettre la comparaison de cette espèce avec celle qui doit être regardée comme la base la plus solide du commerce des colonies, où elle peut être cultivée avec succès. Le seul caractère distinctif qu'elle m'offrit dans cet âge, consistoit dans la couleur pourpre-violette des feuilles.

Poivrier. Deux poivriers indiens précédèrent dans nos colonies américaines l'espèce commerciale; le poivrier betel (*piper betle*), et le poivrier faux (*piper fallax*). Je ne dirai rien du premier, que j'ai planté à la Martinique, et dont mon départ m'a empêché de suivre les progrès; mais je vais donner une courte histoire du second.

Des caisses sont débarquées; elles contiennent, dit le capitaine qui les apporte, des muscadiers, des poivriers, etc. Cette grande nouvelle fait promptement le tour de la petite ville de Cayenne; une foule d'habitans pleins de joie me devance, me presse ou me suit. Bientôt la mienne s'abaisse, tiédit, s'éteint. Je cherche vainement, sur des muscadiers morts ou mourans, l'espoir d'un mariage bien desiré, et mes yeux avides ne reconnoissent point dans ces poivriers les caractères de celui dont on fête l'arrivée. Mais, comme les matelots attestent que « c'est le vrai poivre qu'ils ont vu fructifier à l'île » de France », mon avis glisse sur la pente des esprits inclinés vers cette idée flatteuse.

Les caisses étant transportées au jardin public, je m'empresse d'aller communiquer au gouverneur mes

tristes observations. Nouveau combat, nouvelle défaite. Le nom *poivrier aromatique* ou *du commerce*, inscrit sur un catalogue, au numéro identique à celui des caisses; un excellent mémoire du citoyen Céré sur la culture de cette plante, dont il disoit avoir déja recueilli beaucoup de fruits; l'exhibition d'une lettre du ministre, qui charge le botaniste actuellement à Cayenne de surveiller et diriger la culture des plantes arrivantes; telles sont les armes puissantes sous lesquelles succombent tous mes raisonnemens.

Je me livrai donc à la très-facile multiplication par traces de ces poivriers, dont je couvris, en quinze à seize mois, une bonne partie du jardin public. J'en commençai alors la distribution aux habitans, en les invitant à différer, jusqu'à la première fleuraison des pieds que je leur donnois, toute culture dispendieuse d'une plante qui immanquablement tromperoit leurs espérances. Peu de temps après je reçus du gouverneur l'ordre de suspendre cette distribution; ordre motivé sur ce que, selon les vues du ministre, j'allois être chargé d'instituer une grande plantation de poivriers sur un terrain dit alors *Habitation du roi.*

Jusque-là je n'avois point obtenu de fleurs même des premiers pieds, dont cependant plusieurs tiges laissées à dessein se traînoient au loin sur la terre. J'en dirigeai quelques-unes sur le tronc d'un tamarin, auquel elles s'attachèrent par des racines sortant des nœuds, et bientôt leurs rameaux épars satisfirent à mon avide impatience. Je travaillai aussitôt à rassembler toutes les

preuves botaniques propres à consolider mon assertion, qui, pour des esprits peu éclairés et préoccupés, étoit encore trop foiblement assise sur la seule considération des feuilles.

Dans ces entrefaites, une lettre du gouverneur Bessner m'appelle à son habitation dite *le Mont joli*. Instruit indirectement du sujet de cette invitation, je me munis de quelques livres traitant du vrai poivrier, et de mes observations sur celui que, probablement par erreur, on avoit envoyé de l'île de France sous ce nom. Il ne s'agissoit plus d'établir une plantation de poivriers sur un terrain national, mais bien d'en diriger une dans un local déja tout préparé, sur sa propre habitation, par des nègres tirés de celle que j'ai nommée plus haut. Indigné de la conduite criminelle de cet administrateur, je ne lui exprimai qu'avec plus d'énergie mon refus de participer à une entreprise aussi illicite dans ses moyens d'exécution qu'infructueuse dans son résultat. Remarquant en lui une grande agitation, je me disposois à la retraite, lorsqu'il me pressa vivement de motiver ce qu'il appeloit *ma résistance aux ordres du ministre*.

Pressentant que la conviction du chef de la colonie entraîneroit celle de ses habitans, je crus devoir faire tous mes efforts pour la faire naître de l'évidence même des faits. Je me mis donc à comparer soigneusement sous ses yeux des rameaux frais et fleuris du poivrier faux, avec les figures et les descriptions du poivrier commercial, qui d'ailleurs m'étoit bien connu. Mais, comme cette comparaison détaillée seroit ici aussi fasti-

dieuse qu'elle étoit nécessaire en cette circonstance, je vais la réduire à ce qui peut suffire pour faciliter aux colons la distinction de ces deux espèces.

Caractères communs à l'une et l'autre.

Glabrité universelle : tiges sarmenteuses, traçant à terre ou grimpant sur les arbres, auxquels elles s'attachent par des racines sortant des nœuds; pétiole (ou queue des feuilles) nu, c'est-à-dire non bordé d'une membrane; épis solitaires, opposés aux feuilles (comme dans tous les poivriers frutiqueux).

Caractères distinctifs.

POIVRIER COMMERCIAL. (*Piper officinale.*)	POIVRIER FAUX. (*Piper fallax.*)
Feuilles toutes ovales, sommet rétréci en pointe; base très-intègre, c'est-à-dire absolument sans échancrure; six nervures principales naissant de celle du milieu; savoir, quatre près de la base de la feuille, et deux à une certaine distance de celle-ci.	Feuilles des tiges (principalement des traînantes), et les inférieures des rameaux, courtement cordées et à base profondément échancrée; les supérieures accompagnant les épis, plus ou moins ovoïdales, légèrement et comme obliquement sinuées à leur base; sept nervures principales naissant toutes du bas de la feuille.
Épis longs, un peu fermes, également pourvus d'étamines et de pistils sur tous les pieds.	Épis longs, très-grêles, souvent pendans, seulement chargés d'étamines ou stériles sur certains pieds, seulement pourvus de pistils sur d'autres pieds.
Fruits pisiformes, serrés.	Fruits également globuleux, mais environ quatre fois plus petits.

Si cette comparaison, qui produisit l'effet que je desirois, me fut nécessaire envers le gouverneur, je ne fus

pas obligé de la répéter pour triompher de l'incrédulité des colons : tous ceux à qui j'avois distribué cette plante, s'apperçurent bientôt qu'elle ne produisoit que des fleurs stériles. En effet, Cayenne ne possédoit que des individus mâles de ce poivrier, dont néanmoins les femelles pourroient lui être de quelque utilité, malgré la petitesse de leurs fruits. Mais cette colonie oubliera bientôt ce poivrier qui a trompé ses espérances, si, comme on l'assure, celui du commerce y a satisfait. Cependant je participerois avec plus de certitude à cette satisfaction, si des échantillons venus de ce pays eussent constaté cette importante introduction.

Si je n'ai pas eu le plaisir et la gloire d'établir à Cayenne la culture du poivrier commercial, j'ai du moins épargné au gouvernement et aux colons des dépenses et des travaux qui ne devoient être appliqués qu'à celui-ci.

Giroflier. Les trois premiers et seuls girofliers introduits à Cayenne en 1772 furent confiés à trois colons qui les plantèrent dans leurs habitations situées sur un territoire avoisinant l'embouchure de la rivière Mahuri, et connu sous le nom de *la Côte* ou quartier de *Remire*. Sentant le prix d'un dépôt sur lequel l'intérêt général attiroit tous les regards, ils s'efforcèrent à l'envi de mériter par leurs soins assidus la reconnoissance publique. Ils y acquirent en effet des droits par le plein succès qui couronna leur agréable peine.

Déja ces cultivateurs comptoient impatiemment la

troisième année de l'arrivée de leurs hôtes, lorsqu'à l'aspect de leurs premières fleurs, l'impatience fit enfin place à l'espoir d'une prochaine multiplication. Ce ne fut cependant que la quatrième année et les suivantes, que leur suffisante fécondité permit aux habitans de s'en procurer des fruits. Alors un zèle ardent s'empara de tous les esprits ; et chacun crut planter, avec les graines de cet arbre précieux, les germes d'une prospérité certaine.

Mais vous vous trompiez, laborieux Cayennois : tandis que vous arrosiez de vos sueurs une nouvelle branche de commerce qui devoit étendre des rameaux d'abondance sur toute votre colonie, des hommes pervers méditoient sourdement le criminel dessein de s'en emparer. Deviez-vous en effet vous attendre que ceux à qui leur titre imposoit l'obligation de seconder vos travaux, en arrêteroient le cours, et chercheroient même à en faire tourner à leur profit les produits naissans ?

Sous le calomnieux prétexte de l'indifférence des colons, les administrateurs obtinrent du ministre la faculté d'établir, aux frais du gouvernement, une plantation de girofliers qui pût à la fois exciter l'émulation et servir de modèle. Mais le temps détruisit bientôt ce vernis d'utilité publique, qui masquoit l'ambitieux projet d'un lucratif monopole.

Déja de jeunes girofliers élevoient sur divers terrains leurs pyramides végétantes, lorsque tout-à-coup une ordonnance barbare enjoignit à leurs propriétaires de les transférer dans un lieu indiqué, et prononça l'interdic-

tion générale de leur utile culture. Unie à la tristesse, l'indignation circula rapidement dans toute la colonie, et arma de la hache destructrice la main fertilisante des cultivateurs irrités. Ceux-ci, pleins du noble sentiment de leurs droits, aimèrent mieux ensevelir leurs jeunes élèves dans leur berceau, que les livrer à la cupidité des spoliateurs.

Trompés dans cette partie de leur projet, les administrateurs s'applaudirent du moins de leur odieuse réussite à répandre le dégoût d'une culture à laquelle ils prétendoient exclusivement. Pour s'assurer davantage cette illicite exclusion, ils ravirent aux colons, par des procédés tyranniques, le droit et la faculté de participer à la fécondité des trois girofliers indiens. En vain ceux-ci sembloient-ils offrir, par-dessus leur prison, une riche moisson de fruits à leurs légitimes collecteurs; des mains iniques s'en étoient réservé la dépouille. Parvenus, par cette chaîne d'abus d'autorité, à lier tous les bras tendus vers cette culture, ils ne s'occupèrent plus que des moyens de la faire fructifier pour eux, au nom et aux frais du gouvernement.

Ils choisirent dans le continent de la Guiane, pour un établissement qui devoit servir de modèle, un lieu aussi solitaire que peu fréquentable. Les forêts montagneuses d'un territoire appelé *la Gabrielle*, à environ quatorze lieues au sud de Cayenne, leur ayant paru réunir toutes les conditions convenables à leur dessein, un abattis y fut fait; et en 1780, les girofliers qu'ils avoient accaparés, y furent plantés sous la direction d'un ingé-

nieur estimable nommé Rochin. On fit accroire à qui voulut, que ce recélement des girofliers devoit les soustraire à toute irruption hostile qui pourroit avoir leur destruction pour objet. Mais n'étoit-il pas au contraire évident que leur rassemblement dans un seul lieu la rendoit plus facile que s'ils eussent été répandus dans toute la colonie ?

Une défense réitérée du gouverneur Bessner comprimoit depuis long-temps, sans l'éteindre, le desir dont je brûlois de visiter ce paradis perdu de la colonie. L'occasion d'y satisfaire sans crainte ne se présenta qu'en février 1785, époque doublement mémorable pour moi, et par cette heureuse occasion, et par la fructueuse connoissance que je fis alors du savant distingué qui me la procura. Le citoyen Dupuget passa par Cayenne, comme chargé par le gouvernement d'une importante mission dans nos possessions américaines. Trouvant dans son excessive activité le moyen de donner aussi quelque temps à l'étude, il le partageoit infatigablement entre des recherches sur l'histoire naturelle et des observations sur l'économie rurale de nos colonies. Sous ce dernier rapport, la seule plantation de girofliers qui existoit dans la Guiane, devoit fixer particulièrement son attention. En effet, peu de jours après son arrivée, il vint me prévenir qu'il alloit faire un voyage à la Gabrielle, et se chargea d'obtenir pour moi du gouverneur la liberté de l'y accompagner. Nous nous mîmes en route le lendemain, et le jour suivant nous arrivâmes, par de sombres et difficultueuses forêts, à cette mys-

térieuse retraite, où la cupidité avoit comme exilé les girofliers.

Enfin je contemplai ces montagnes privilégiées, au sein desquelles reposoit, pour une colonie trop long-temps opprimée, l'espoir d'un avenir plus heureux. Le spectacle riant d'une plantation de girofliers frappa pour la première fois mes regards desireux. Je vis de nombreuses pyramides touffues d'une verdure luisante, et égayées par le rouge tendre des nouvelles sommités, orner par leurs séries parallèles la pente de divers côteaux. Des bananiers interposés répandoient sur les plus jeunes leur ombre salutaire, et entretenoient sur le sol une utile fraîcheur. Ce sol étoit formé par une terre argilleuse, mais friable et assez légère, dont la couleur rougeâtre paroissoit due à la décomposition d'une espèce d'hématite, fréquente dans toute cette partie montagneuse de la Guiane. Un abri pour les élèves se présentoit à mi-côte. Une maison, servant tout à la fois d'économat, de sécherie et de magasin, annonçoit par sa petitesse la modicité actuelle des récoltes. Sa situation sur un morne élevé au milieu de la plantation permettoit aux yeux vigilans de l'économe d'en embrasser instantanément toute l'étendue. On voyoit, de part et d'autre, quelques chaumières, où le sommeil, niveleur paisible de toutes les conditions, faisoit oublier à une trentaine d'Africains les disgraces de l'esclavage. La nature agreste traçoit, au pourtour onduleux de cet intéressant tableau, un cadre forestier.

Quoique cette plantation présentât dans son ensemble

une belle végétation, elle ne laissoit pas d'être sujette à plusieurs inconvéniens. En observant les girofliers dans leurs différentes expositions, je remarquai que ceux qui recevoient le vent d'est étoient généralement plus vigoureux; le sud offroit presque le même avantage : mais à l'exposition nord, et plus encore au fatal ouest, ils étoient la plupart chétifs et infirmes. Il résulte de ces observations, que les collines regardant l'est ou le sud, et les lieux bas défendus par des montagnes contre le nord et l'ouest, paroissent les plus propres à la culture des girofliers. Il conviendroit aussi de planter de distance en distance, ou de réserver dans la coupe des bois, de hautes et épaisses palissades, qui, dirigées est-nord-est et ouest-sud-ouest, serviroient d'abris contre les deux vents nuisibles.

La larve d'un coléoptère (que je n'ai pas eu l'occasion de connoître) tourmentoit un certain nombre des girofliers de cette plantation. Ses dégâts étoient d'autant plus à redouter, qu'il m'a paru qu'elle attaquoit préférablement les plus forts, dont la maladie et la mort même devenoient inévitables, si une active surveillance et des yeux exercés ne la surprenoient pas dans le commencement de son travail. Elle perforoit le tronc à peu de distance de la terre, ou s'insinuoit sous son écorce pour en ronger le bois.

En parcourant les rangs des plus beaux girofliers, je fus arrêté çà et là par des moitiés d'arbres renversées. Ce douloureux désastre me donna lieu de faire les observations suivantes. Lorsqu'on laisse au giroflier deux tiges

principales, elles prennent ordinairement un accroissement à peu près égal, et deviennent avec l'âge deux pyramides qui, s'élargissant et se pressant par leurs bases, dévient de plus en plus de la perpendiculaire. Il vient un temps où cette déviation, l'élévation, le poids des nombreux rameaux, et la pression mutuelle des inférieurs d'une tige sur ceux de l'autre, forment un concours d'efforts qui, réunis à ceux du vent, forcent l'une des deux tiges de s'éclater par sa base. Il est alors fort difficile de guérir la plaie que celle qui subsiste reçoit par cet éclatement. On avoit bien cherché à prévenir pour la suite cet accident, en contenant les deux tiges de quelques pieds dans un écartement fixe, au moyen d'un lien : mais je remarquai que non seulement ce procédé gênoit la végétation, mais aussi que l'étouffement des rameaux intérieurs les stérilisoit. Ces divers éclaircissemens doivent engager les planteurs de girofliers à ne laisser jamais sur leurs élèves qu'une seule tige principale.

Le 19 février 1785, je comptai, sur l'établissement de la Gabrielle, quatre mille cinq cent soixante-trois girofliers de différens âges. La distance des rangs étoit en tout sens d'environ quatre mètres. Des cinq cents premiers plantés, une soixantaine avoit commencé à fleurir l'année précédente : mais on ne fit qu'en 1786 ce qu'on put appeler la première récolte, qui ne s'éleva pas à cent livres de clous; et la seconde, en 1787, ne fut encore que de deux cent soixante-douze livres. En effet, cet arbre n'entre en rapport lucratif que vers l'âge de

huit ans. Les divers inconvéniens dont j'ai parlé, et que l'inexpérience n'avoit pu prévenir, en firent périr environ cent cinquante pieds : mais des semis faits graine à graine dans de petits paniers, fournirent bientôt le facile et sûr moyen, non seulement de remplacer ceux-là, mais encore d'augmenter la plantation, particulièrement du côté d'une habitation abandonnée, nommée *le Fromager*.

Attiré par une bande d'aras rouges (*psittacus Macao*) vers le sommet de la plus haute montagne du voisinage de cet établissement, je promenai mes regards sur une vaste étendue de mer, du sein de laquelle sortoit (à peu près au nord-est un quart est) le rocher nommé *le Connétable*. Rappelant ensuite ma vue sur la terre, j'apperçus vers le nord-est un quart nord l'embouchure de la rivière Mahuri, et je vis comme une plaine immense de savannes marécageuses, qui, s'étendant de sa rive droite jusque fort loin dans le sud-sud-est, paroissoit passer assez près du lieu d'où j'observois. La proximité de ces savannes, toujours plus ou moins inondées, me donna lieu de penser qu'il seroit possible de raccourcir et faciliter le trajet de Cayenne à la Gabrielle, en ouvrant à travers celles-là un canal qui, s'embouchant dans la Mahuri, conduiroit au pied du corps de montagnes où j'étois. Mais c'est aux ingénieurs de ce pays d'apprécier les avantages qui pourroient résulter de cette entreprise.

Dès que je fus de retour (en novembre 1787) de mon premier voyage aux Antilles, trouvant dans le nouveau gouverneur Villebois des dispositions bien diffé-

rentes de celles de son prédécesseur, je formai le projet de ressusciter dans la colonie la culture du giroflier. Je fis aussitôt un voyage à la Gabrielle, et j'y trouvai, comme je le desirois, un bon nombre de jeunes plants susceptibles de transport. Revenu de ce lieu, je demandai et j'obtins l'ordre de cet estimable chef, en vertu duquel environ deux cents de ces plants furent transférés dans le jardin public de Cayenne. Je les distribuai aussitôt à divers colons; et dès-lors l'ordonnance barbare dont j'ai parlé fut abolie de fait. Mon départ, ordonné par le ministre, qui m'envoyoit à Saint-Domingue, ayant eu lieu au mois de juin de l'année suivante 1788, c'est-à-dire avant même la fleuraison des girofliers, je n'ai pu poursuivre plus avant ma glorieuse entreprise: mais j'ai appris par des Cayennois que plusieurs cultivateurs avoient su profiter de ce rétablissement dans leur droit, et que, depuis cette mémorable époque, on s'étoit livré avec ardeur à la multiplication et à la culture de ces précieux végétaux.

A une plantation de girofliers en sol et site convenables appartient la palme de la beauté sur toutes les plantations coloniales. Quel spectacle végétal plus attrayant que celui d'un rassemblement symmétrique de hautes pyramides toujours gaiement verdoyantes, qui, se parant en messidor de nombreux et jolis bouquets trichotomes de fleurs pourprées, conservent ce bel ornement pendant plusieurs mois que dure la récolte des clous! A cette durable parure en succède une plus brillante, comme aussi plus variée. Une multitude de

baies oliviformes et couronnées mêlent agréablement au verd resplendissant des feuilles leurs belles couleurs rouge, pourpre et violette, qui, quoique successives pour chaque baie, se trouvent long-temps réunies sur le même arbre. Ceux de ces fruits qu'on n'emploie pas aux semis sont préparés au sucre de diverses manières, après toutefois avoir mitigé leur trop grande âcreté aromatique par une légère décoction.

Quelle succession, quelle réunion d'agrémens et d'utilité le giroflier prépare à son cultivateur! combien les plantations de cet arbre ne devroient-elles pas se multiplier, si le sentiment des beautés simples de la nature pouvoit jamais déterminer le choix d'une culture dans un pays tout brûlant de la passion du gain!

MÉMOIRE

SUR

LA FRACTURE DU STERNUM,

Par le citoyen SABATIER.

Lu le 26 germinal an 5.

LORSQU'ON se rappelle la situation du sternum, et le peu d'épaisseur des parties qui le recouvrent, on est porté à croire que cet os est exposé à des lésions d'autant plus fréquentes, que sa substance peu solide ne lui permet pas d'offrir une grande résistance aux agens qui viennent le frapper. Cependant il lui en arrive peu en comparaison des autres os, et il est assez rare qu'il soit fracturé. Aussi la plupart de ceux qui ont écrit sur ce genre de maladie, et Hippocrate lui-même, dont le traité sur les fractures laisse peu de chose à desirer, n'ont-ils rien dit de celle du sternum; ou, s'ils en ont parlé, ils se sont contentés de le faire en peu de mots, et de la comparer à celle de l'omoplate et de l'os des îles. Jean-Louis Petit et Duverney sont presque les seuls qui ne méritent pas de reproches à cet égard. Le premier surtout, à qui la chirurgie est redevable de ses plus grands progrès, a répandu sur cette maladie les vues lumineuses

qu'il avoit sur toutes les parties de cet art. La fracture du sternum lui paroît avoir beaucoup d'analogie avec celle du crâne, et exiger souvent les mêmes opérations. Il dit que lorsqu'elle est accompagnée de déplacement, la portion de cet os qui est enfoncée peut exercer une pression dangereuse sur les parties intérieures de la poitrine, et que dans des cas moins graves en apparence, dans lesquels les parties osseuses n'ont pas perdu leur niveau, cette fracture peut donner lieu à des épanchemens dont les suites sont également à craindre. La Martinière a adopté ces principes dans un mémoire sur l'opération du trépan au sternum inséré dans le quatrième volume de ceux de l'Académie de chirurgie, et il y a joint quelques observations de fractures de cette espèce, produites par des chûtes et par des coups d'armes à feu. Mais la maladie dont il s'agit ne demande pas toujours des soins aussi compliqués, et il y a des cas dans lesquels il seroit inutile de les mettre en usage. C'est ce que je vais prouver par deux faits qui se sont passés sous mes yeux, et par les réflexions auxquelles ces faits m'ont semblé pouvoir donner lieu.

Un homme d'un âge assez avancé, d'un tempérament robuste et sanguin, fut renversé sous une voiture pesamment chargée, dont une des roues lui passa sur le corps, en traversant la poitrine de droite à gauche et de haut en bas. Le sternum et les deux dernières vraies côtes du côté gauche furent fracturés. Il rendit à l'instant une grande quantité de sang par la bouche, et tomba dans une foiblesse qui me fit craindre pour sa vie. On

entendoit au dedans de sa poitrine un craquement sensible qui dépendoit du frottement que les deux parties du sternum exerçoient l'une contre l'autre. L'inférieure étoit poussée en devant à chaque inspiration, et se portoit en arrière pendant l'expiration, au lieu que la supérieure demeuroit, pour ainsi dire, immobile. Je voulus, mais en vain, les maintenir par une pression faite avec les mains sur la partie inférieure et antérieure de la poitrine. Les angoisses du malade augmentèrent, et la difficulté de respirer devint si grande, que je ne pus continuer au-delà de quelques minutes. Je fus obligé de m'en tenir à un bandage fort peu serré, et propre seulement à maintenir des compresses trempées dans un mélange d'huile de mille-pertuis et d'eau-de-vie, que j'avois appliqué sur toute l'étendue de la contusion. Comme le pouls du malade étoit foible, et qu'il avoit les extrémités froides, je le fis couvrir de linges chauds qui rappelèrent bientôt la chaleur naturelle ; ce qui me permit de lui faire tirer du sang. Cette opération fut répétée sept fois en trois jours. La respiration du malade étoit gênée au point qu'il ne pouvoit demeurer couché. Il fallut que je lui permisse de se tenir en quelque sorte à son séant, mais fort courbé en devant, et appuyé sur une chaise que l'on avoit renversée sur son lit, et qui étoit couverte d'oreillers. Cette situation fut la seule qu'il put garder pendant plus de huit jours, pendant lesquels il ne prit que du bouillon, et fit usage de boissons adoucissantes et de quelques calmans. Ces moyens rendirent peu à peu la difficulté de respirer et les douleurs de la poitrine

plus supportables ; l'insomnie dont le malade avoit été tourmenté d'abord se dissipa ; les crachats devinrent moins sanguinolens, et les craquemens diminuèrent et cessèrent totalement de se faire entendre. Au bout de trois semaines le malade étoit dans un état fort satisfaisant ; mais il ne fut entièrement rétabli que deux ou trois mois après. Cependant il lui resta toujours quelque gêne dans la respiration, quoiqu'à peine trouvât-on au toucher des vestiges de la fracture qu'il avoit éprouvée.

Un dérangement aussi considérable dans les parties osseuses de la poitrine m'avoit donné les inquiétudes les plus vives sur le sort de ce blessé. Je craignois, dans les commencemens, que les poumons, le péricarde et le cœur n'eussent été froissés et déchirés, comme il est arrivé dans deux ou trois cas rapportés par Duverney, et qu'il ne pérît sous peu d'heures ; et lorsque la crainte de ce premier danger fut dissipée, je pensai que peut-être il se formeroit au-delà du sternum, ou dans les cellules du médiastin, quelques amas de sang ou de pus, et que je serois obligé de mettre le sternum à découvert pour donner issue à la liqueur épanchée, en supposant que l'écartement des pièces osseuses lui permît de s'échapper, ou de pratiquer le trépan, si cet écartement ne suffisoit pas. A la vérité, la diminution des symptômes ne tarda pas à me rassurer sur ce second événement ; mais la mobilité de la partie inférieure du sternum, et le craquement qu'elle faisoit entendre, me firent craindre que la fracture de cet os ne se conso-

lidât pas, et qu'il ne restât une difficulté de respirer beaucoup plus grande que celle dont le malade a continué d'être incommodé. On sait en effet que l'on n'obtient la réunion des os rompus qu'en faisant observer aux malades un repos absolu, et que, lorsqu'on manque à cette attention, non seulement la réunion des fractures est fort tardive, mais qu'elle devient quelquefois impossible. Néanmoins la nature surmonta les obstacles qui sembloient s'opposer à ses vues; et s'il ne se fit pas un cal, comme il s'en fait presque par-tout, du moins les parties osseuses se soudèrent de façon à ne plus avoir de mobilité sensible, et à permettre à la charpente de la poitrine d'agir comme à son ordinaire.

Depuis ce fait, qui s'est passé il y a plusieurs années, j'ai eu occasion d'observer quelles sont les ressources de la nature à cet égard, dans un cas dont le rapport avec celui que je viens d'exposer est assez éloigné, puisqu'il ne s'agit que d'une fracture aux côtes, mais qui montre également ce qu'elle peut, lorsque les circonstances ne permettent point à l'art de seconder ses vues. Un cocher, homme robuste et jeune encore, avoit été précipité de dessus son siége, et l'une des roues de sa voiture lui avoit traversé la poitrine de gauche à droite. Les deux dernières vraies côtes du côté gauche étoient fracturées, mais la dernière l'étoit en deux endroits; de sorte que la pièce d'os comprise entre ces deux fractures étoit totalement séparée. Sa mobilité étoit fort grande : on la voyoit manifestement se porter vers le dedans de la poitrine dans l'inspiration, et revenir

en dehors dans l'expiration. Les accidens qui suivirent cette singulière blessure ne furent pas fort graves, et j'ai su que le malade avoit été parfaitement guéri dans un espace de temps assez court.

L'événement n'a pas été aussi heureux dans le second cas de fracture au sternum qui s'est présenté à moi, que dans le premier. Un homme de soixante et quelques années, après avoir été maltraité de coups de poing en diverses parties du corps, fut précipité, par les personnes qui l'avoient assailli, dans un fossé de trente pieds de profondeur. Il y tomba sur le dos; et l'ébranlement général qu'il ressentit lui ayant ôté la faculté de se mouvoir, il resta dans cette position depuis huit heures du soir jusqu'au lendemain matin à pareille heure. Ce ne fut qu'avec beaucoup de peine qu'il put être transporté de Vincennes, où il avoit été blessé, jusqu'aux infirmeries de l'hôtel des Invalides. Il étoit très-foible quand il y arriva; sa respiration étoit convulsive; il rendoit quelques crachats mêlés de sang, et se plaignoit de tout le corps, et sur-tout de la région du sternum. Celui de mes élèves qui lui donna les premiers soins, s'apperçut que cet os étoit fracturé en travers, à l'endroit de l'union de la première pièce avec la seconde, et que celle-ci étoit enfoncée sous l'autre. Il essaya les pressions d'usage sur les parties latérales de la poitrine, afin de la rappeler à sa situation naturelle; et n'ayant pu y réussir, il fit une embrocation sur la poitrine, appliqua sur la partie la plus basse du sternum des compresses épaisses qu'il soutint avec un

bandage de corps plus serré en bas qu'ailleurs, et saigna le malade. Les choses étoient dans cet état lorsque j'arrivai. La respiration s'exécutoit d'une manière si singulière, et le pouls étoit si foible, que je pensai qu'il n'y avoit aucun secours à administrer. Cependant le malade vivoit encore le lendemain matin ; le pouls étoit un peu plus fort ; la respiration étoit moins laborieuse, et il avoit rendu une grande quantité de crachats muqueux. Malgré cela, le danger me parut toujours imminent ; l'embrocation fut renouvelée, et je prescrivis une boisson pectorale et vulnéraire. Les jours suivans les choses restèrent à peu près dans le même état ; mais le malade souffroit moins, et l'expectoration devenoit un peu plus facile. Je commençois à espérer que la nature seroit favorable à ce blessé, et qu'il reprendroit assez de forces pour que je pusse tenter quelqu'un des moyens recommandés pour relever le sternum enfoncé, lorsqu'il mourut le huitième jour de son accident.

A l'ouverture du corps, je trouvai le sternum fracturé à l'endroit désigné, et la partie inférieure de cet os non seulement enfoncée, mais engagée sous la supérieure de plus de deux centimètres huit millimètres. Il y avoit une grande extravasation de sang sous les tégumens, et dans la substance du poumon droit, qui étoit si adhérent à la plèvre dans toute son étendue, qu'il étoit facile de juger que leur adhésion étoit ancienne. Le côté gauche de la poitrine, le péricarde et le cœur étoient sains, et il n'y avoit nulle part d'amas de sang que l'on pût attribuer à la rupture des artères mammaires.

Cette rupture est pourtant un des accidens que l'on peut redouter le plus dans la fracture du sternum, quand elle n'est pas assez considérable pour que les viscères contenus dans la poitrine aient souffert contusion ou déchirement. La circonstance vraiment remarquable que ce fait présente est la situation respective des pièces fracturées. Je ne crois pas que personne l'ait encore observée, parce que le chevauchement dont il s'agit n'arrive pas toujours lorsque la fracture est complète et avec enfoncement. L'action des muscles intercostaux, qui tend à diminuer l'intervalle des côtes et à les rapprocher, sembleroit pourtant devoir le produire souvent. Il est facile de voir qu'alors la crépitation, qui est un des signes les plus sûrs de la fracture du sternum, et qui, chez mon premier blessé, se faisoit entendre par le seul mouvement de la poitrine, et sans qu'on exerçât aucune pression sur l'endroit malade, ne peut avoir lieu, et que si les parties extérieures étoient assez tuméfiées pour qu'on ne pût juger de cette maladie que par le tact, il seroit possible de la méconnoître. On conçoit aussi que le procédé universellement recommandé pour ramener la pièce d'os enfoncée à sa situation naturelle, est sans efficacité. Comment, en effet, des pressions exercées sur les parties latérales de la poitrine pourroient-elles la relever, quand même on feroit courber l'épine en arrière dans la vue de forcer la partie supérieure du sternum à s'éloigner de l'inférieure? On ne pourroit compter davantage sur le procédé que quelques-uns ont recommandé, de mettre la fracture à découvert, et de

relever la pièce d'os déplacée avec un élévatoire, ou avec un tire-fond. Dans le cas où le chevauchement seroit moins grand qu'il ne l'a été ici, peut-être pourroit-on affronter par ce moyen les deux pièces osseuses l'une contre l'autre, mais on ne pourroit les contenir dans cette situation ; et il seroit à craindre que la cause qui les a dérangées ne les déplaçât de nouveau, sur-tout si la fracture étoit extrêmement oblique.

La conclusion à laquelle ces réflexions conduisent est bien affligeante pour l'humanité : elles montrent en effet que l'art n'a rien à opposer à certaines fractures du sternum, et qu'il ne faut pas qu'elles soient compliquées d'un dérangement notable dans les parties intérieures de la poitrine pour être mortelles. Dans un temps moins heureux, et avant que La Martinière eût publié ses réflexions sur l'application du trépan au sternum, il auroit pu arriver qu'elles eussent les suites les plus funestes, lors même que les circonstances de cette maladie auroient été les moins désavantageuses. En effet, il n'est pas nécessaire qu'elle soit avec déplacement pour donner lieu à des épanchemens intérieurs qui exigent cette opération : on peut être forcé de la pratiquer dans les cas où le sternum n'a souffert aucune solution de continuité apparente, et où la substance de cet os n'a été que contuse.

Je ne dois pas oublier que le fait que l'on vient d'entendre présente un exemple singulier et incontestable d'un contre-coup à la poitrine. On connoît ceux qui arrivent à la tête ; et la cause en tient de trop près au

changement de forme que les corps sphériques éprouvent lorsqu'ils sont frappés, pour qu'il soit nécessaire d'en constater la possibilité : ce genre de lésion est d'ailleurs avoué de tout le monde. On sait qu'il a lieu dans les autres parties du corps, et que le désordre qui résulte des coups ou des chûtes se fait souvent appercevoir dans un lieu plus ou moins éloigné de celui qui a été frappé. Dans ce dernier cas, il y a continuité de mouvement, ou concussion et ébranlement dans les parties molles que les grandes cavités du corps renferment ou protégent. Mais ici c'est toute autre chose. La fracture du sternum n'a pu arriver que parce que la partie antérieure de la poitrine a éprouvé en quelque sorte le même genre d'applatissement qui tendoit à se faire à sa partie postérieure, laquelle seule a supporté l'effet de la chûte. Cette fracture est arrivée comme celles que l'on voit se faire à une partie du crâne opposée à celle qui a été frappée. Ce n'est pas une continuité du mouvement qui y a donné lieu; c'est un changement de forme, effet nécessaire de toute percussion sur un corps sphérique, mais qui n'est sensible que lorsque cette percussion est forte, et lorsqu'elle a des suites aussi marquées que dans le cas qui nous occupe. S'il y avoit quelques doutes à cet égard, il seroit facile de les dissiper en rapprochant mon observation de celle qui est consignée dans le quatrième volume des *Prix de l'Académie de chirurgie*, p. 610, dans un mémoire de Basile sur les contre-coups qui arrivent ailleurs qu'à la tête, et où il est également question d'une fracture arrivée au sternum en consé-

quence d'une chûte sur le dos. Le blessé étoit tombé d'environ cinquante pieds de haut, et il n'y avoit aucune marque extérieure au devant de la poitrine, qui indiquât que cette partie eût porté : on dit au contraire que sa partie postérieure avoit rencontré une partie saillante d'un échafaudage avant que le corps du malade arrivât jusqu'à terre. L'auteur du mémoire tire de cette circonstance une explication singulière du fait : il pense que le sternum a été rompu par l'action simultanée des muscles qui se fixent à la partie supérieure et à la partie inférieure de cet os, lesquels ont dû se contracter avec force pour empêcher que le corps ne fléchît en arrière dans le temps de la percussion. Ce seroit toujours une sorte de contre-coup qui auroit une cause différente de celle qui m'a paru avoir eu lieu dans le cas que j'ai observé. Il n'est donc pas moins nécessaire d'étendre son examen sur les parties éloignées de celles qui ont été frappées dans les cas de coups reçus à la poitrine, que dans ceux qui ont porté sur la tête, puisque les mêmes dérangemens peuvent survenir aux parois de ces deux cavités, et très-probablement par les mêmes causes.

MÉMOIRE

Sur les équations séculaires des mouvemens de la Lune, de son apogée et de ses nœuds,

Par le citoyen Laplace.

Lu le 21 nivose an 6.

J'ai annoncé à la première classe de l'Institut national, et j'ai publié depuis dans la *Connoissance des temps* pour l'an 8 de l'ère française, les résultats auxquels je suis parvenu sur les équations séculaires des mouvemens de la Lune, par rapport aux étoiles, à ses nœuds et à son apogée; réservant pour nos Mémoires l'analyse qui m'a conduit à ces résultats. Je présente ici cette analyse; mais je vais la faire précéder de quelques réflexions sur la théorie lunaire.

Les géomètres ont imaginé diverses méthodes pour déterminer le mouvement de la Lune par la loi de la pesanteur universelle, et l'on sait que leurs calculs combinés avec les observations, ont produit des tables qui laissent très-peu de chose à desirer du côté de la précision. Celles de Mayer, corrigées depuis par Mason, et comparées à 1137 observations de Bradley, s'en écartent rarement d'une demi-minute; ce qui prouve que les inégalités périodiques de ces tables sont bien

déterminées, et qu'il n'en est aucune un peu sensible que l'on ait omise. Mais on voit avec peine que si la théorie de la pesanteur a fait connoître la loi de ces inégalités, elle n'a pas suffi seule à fixer leur valeur. A la vérité, cette détermination dépend d'approximations extrêmement compliquées, dans lesquelles on n'est jamais sûr que les quantités négligées sont très-petites; et c'est-là sans doute ce qui a porté Mayer à recourir, pour cet objet, aux observations. Mais il me semble que les géomètres pourroient obvier à cet inconvénient, en discutant avec une attention scrupuleuse l'influence des intégrations successives sur les quantités que l'on néglige, et en s'attachant à suivre la même méthode dans leurs recherches; ce qui rendroit les calculs déja faits, utiles à ceux qui, cherchant à perfectionner la théorie de la Lune, ajouteroient ainsi leurs travaux aux travaux de leurs prédécesseurs.

De toutes les méthodes proposées jusqu'à ce jour, celle de d'Alembert me paroît être la plus simple; et je suis persuadé qu'en la présentant avec la clarté dont elle est susceptible, elle doit conduire aux résultats les plus exacts. Les approximations sont d'autant plus commodes et précises, que l'on développe moins de fonctions en séries, et que les séries sont ordonnées par rapport aux puissances de quantités très-petites. D'après ce principe, il est avantageux d'exprimer, comme dans la méthode dont je viens de parler, les coordonnées du mouvement lunaire, en séries de sinus et de cosinus d'angles dépendans du mouvement vrai de la Lune. Si l'on veut avoir

ensuite le mouvement vrai en temps moyen, on pourra y parvenir par une approximation très-rapide, dans laquelle il sera facile de s'assurer de la petitesse des quantités négligées. Mais on trouveroit peut-être quelque avantage à former des tables de l'expression du temps en mouvement vrai de la Lune, puisque c'est le temps que l'on conclut de sa longitude vraie, dans l'usage des observations lunaires, pour déterminer les longitudes terrestres. J'envisagerai donc sous ce point de vue la théorie de la Lune, dans les recherches suivantes dont voici le résultat.

Les variations séculaires de l'excentricité de l'orbe terrestre en produisent de correspondantes dans le moyen mouvement de la Lune, qui s'accélère quand cette excentricité diminue, et qui se ralentit quand elle augmente. J'ai déja donné dans les *Mémoires de l'Académie des sciences* de l'année 1786 la formule de ces variations, à laquelle j'ai été conduit en appliquant aux satellites de Jupiter ma théorie de Jupiter et de Saturne. Plusieurs géomètres l'ont ensuite tirée de leurs méthodes; ce qui est aisé, lorsque les vérités sont une fois connues, et ce qui, dans le cas présent, étoit d'autant plus facile, que l'on peut y parvenir sans le secours de l'analyse, ainsi que je l'ai fait voir dans mon *Exposition du système du monde* : en sorte que l'on auroit lieu d'être étonné que la cause de l'équation séculaire de la Lune ait échappé si long-temps aux efforts des géomètres, si l'on ne savoit pas que les idées les plus simples sont presque toujours celles qui s'offrent les dernières à l'esprit humain.

J'ai observé dans les Mémoires cités, que les mouvemens des nœuds et de l'apogée de l'orbite lunaire sont pareillement assujettis à des inégalités séculaires. Dans la détermination de leur valeur, je n'ai eu égard qu'à la première puissance de la force perturbatrice; ce qui est d'une grande précision, relativement à l'équation séculaire de ce mouvement : mais on sait que cette puissance ne donne que la moitié du mouvement de l'apogée de la Lune; l'autre moitié est principalement due aux termes dépendans de la seconde puissance de la force perturbatrice, et résulte de la combinaison des deux grandes inégalités, la *variation* et l'*évection*. Cette remarque, l'une des plus importantes que l'on ait faites sur le système du monde, et dont on est redevable à Clairaut, nous prouve la nécessité d'avoir égard au carré de la force perturbatrice, dans le calcul de l'équation séculaire du mouvement de l'apogée.

Pour cela, il est nécessaire d'analyser avec soin tous les termes dépendans des variations séculaires de l'excentricité de l'orbe terrestre, qui entrent dans l'expression du mouvement de l'apogée lunaire, et dont les intégrations augmentent considérablement la valeur. Cette épineuse analyse conduit à une équation séculaire soustractive de la longitude moyenne de l'apogée, et qui est à l'équation séculaire du moyen mouvement de la Lune, à fort peu près, dans le rapport de 33 à 10; en sorte que le mouvement de l'apogée se ralentit, lorsque celui de la Lune s'accélère. Dans les Mémoires cités de l'Académie, les termes dépendans de la première puissance

de la force perturbatrice m'ont donné l'équation séculaire du mouvement de l'apogée, égale aux trois quarts de celle du moyen mouvement; les termes dépendans du carré de la force perturbatrice, qui doublent le mouvement de l'apogée dû à la première puissance de cette force, augmentent donc dans une raison plus grande encore l'équation séculaire de ce mouvement.

L'équation séculaire de l'anomalie étant la somme de l'équation séculaire du moyen mouvement, et de celle du mouvement de l'apogée, elle est égale à quarante-trois dixièmes de l'équation séculaire du moyen mouvement, et, par sa grandeur, elle doit influer très-sensiblement sur les observations anciennes.

J'ai considéré de la même manière l'équation séculaire du mouvement des nœuds de la Lune sur l'écliptique vraie. J'ai fait voir dans les Mémoires cités, qu'en n'ayant égard qu'à la première puissance de la force perturbatrice, le mouvement des nœuds de la Lune est assujetti à une équation séculaire additive à leur longitude moyenne, et égale aux trois quarts de l'équation séculaire du moyen mouvement lunaire. Le mouvement des nœuds est dû principalement aux termes dépendans de la première puissance de la force perturbatrice; ces termes donnent un mouvement qui surpasse un peu le mouvement observé : mais l'inégalité principale de la latitude, en se combinant avec celle de la variation, produit dans l'expression du mouvement des nœuds un terme dépendant du carré de la force perturbatrice, et qui, en le diminuant, le fait coïncider, à fort peu près,

avec l'observation. En ayant égard au carré de cette force, je trouve que l'équation séculaire des nœuds est sept dixièmes de celle du moyen mouvement, et additive à leur longitude moyenne; en sorte que le mouvement des nœuds se ralentit, comme celui de l'apogée, lorsque le moyen mouvement de la Lune s'accélère, et les équations séculaires de ces trois mouvemens sont dans le rapport constant des trois nombres 7, 33 et 10.

Les variations séculaires de l'excentricité de l'orbe lunaire, de son inclinaison à l'écliptique vraie, et de sa parallaxe, sont insensibles.

Les siècles à venir développeront les grandes inégalités dont je viens de parler, et qui produiront, un jour, des variations au moins égales au quarantième de la circonférence, dans le mouvement séculaire de la Lune, et au douzième de la circonférence, dans le mouvement séculaire de son apogée. Ces inégalités ne vont pas toujours croissant; elles sont périodiques, comme celles de l'excentricité de l'orbe terrestre, dont elles dépendent; mais elles ne se rétablissent qu'après des millions d'années : elles doivent, à la longue, altérer les périodes imaginées pour embrasser à la fois des nombres entiers de révolutions de la Lune, par rapport à ses nœuds, à son apogée et au Soleil; périodes qui diffèrent sensiblement dans les diverses parties de l'immense période de l'équation séculaire. La période luni-solaire de 600 ans, dont l'origine est inconnue, a été rigoureuse à une époque à laquelle on peut remonter par l'analyse, et qui seroit celle de sa formation, si l'on étoit certain qu'elle fût exactement déterminée.

Déja les observations ont fait reconnoître l'équation séculaire du moyen mouvement de la Lune, telle, à fort peu près, que je l'ai conclue de la loi de la pesanteur universelle, et qu'elle a été employée dans les nouvelles tables de la Lune, insérées dans la troisième édition de l'*Astronomie* de Lalande; mais on n'a point encore eu égard à l'équation séculaire de son anomalie. Pour constater son influence sur les observations anciennes, j'ai prié le citoyen Bouvard de comparer à ces tables toutes les éclipses que Ptolémée nous a transmises, et celles que les Arabes ont observées, dont un grand nombre vient d'être connu par les soins du citoyen Caussin, qui les a extraites, avec beaucoup d'autres observations, d'un manuscrit arabe très-intéressant d'Ibjunis. Ce travail du citoyen Bouvard, important pour la théorie de la Lune, ne laisse aucun doute sur l'existence de l'équation séculaire de l'anomalie. Son introduction nécessite un changement dans le mouvement de l'anomalie de la Lune : car il est visible que les astronomes n'ayant point eu égard au ralentissement de l'apogée, ils ont dû trouver, par la comparaison des observations modernes aux anciennes, son mouvement séculaire trop grand de quelques minutes; de même qu'ils trouvoient le moyen mouvement de la Lune trop petit, lorsqu'ils ne tenoient point compte de son équation séculaire. En déterminant ces mouvemens par l'ensemble des vingt-sept anciennes éclipses connues depuis longtemps, on trouve qu'il faut augmenter de $4'',7$ par siècle le moyen mouvement synodique actuel de la Lune, et

de 8′ 49″ le moyen mouvement séculaire de son anomalie. On peut voir dans la *Connoissance des temps*, citée, qu'avec ces changemens, et l'équation séculaire de l'anomalie, les tables satisfont à ces éclipses, aussi bien qu'on peut l'attendre de l'imperfection de ces observations.

Les mouvemens séculaires de la Lune par rapport au Soleil, à ses nœuds et à son apogée, devenant de jour en jour plus rapides, leur accélération doit se manifester dans les tables astronomiques, à mesure qu'elles sont moins anciennes, et elle peut ainsi répandre des lumières sur le temps de la formation des tables dont l'origine est inconnue. Considérons sous ce point de vue les tables de la Lune insérées dans l'*Almageste* de Ptolémée. Les époques et les moyens mouvemens de ces tables sont le résultat d'immenses calculs faits par cet astronome et par Hipparque, sur les éclipses de Lune. Malheureusement, le travail d'Hipparque ne nous est point parvenu; nous savons seulement, par le témoignage de Ptolémée, qu'Hipparque avoit mis le plus grand soin à choisir les éclipses les plus propres à déterminer les élémens qu'il cherchoit à connoître. Ptolémée, deux siècles et demi après, ne trouva rien à changer, par de nouvelles observations, au moyen mouvement de la Lune établi par Hipparque; il ne corrigea que très-peu les mouvemens des nœuds et de l'apogée : il y a donc tout lieu de croire que les élémens des mouvemens lunaires des tables de Ptolémée ont été déterminés par un très-grand nombre d'éclipses, dont cet astronome n'a rapporté que celles qui lui paroissoient les plus con-

formes aux résultats moyens qu'Hipparque et lui avoient obtenus.

Les éclipses ne font bien connoître que le moyen mouvement synodique de la Lune, et ses distances à ses nœuds et à son apogée; on ne peut donc compter que sur ces élémens, dans les résultats de Ptolémée : or cet astronome fixe à 70° 37′ l'élongation moyenne de la Lune au Soleil, au commencement de l'ère de Nabonassar, à midi, temps moyen à Alexandrie; cette époque répond au 25 février de l'année 746 avant l'ère chrétienne, à 22^h 8′ 39″, temps moyen à Paris, supposé plus occidental qu'Alexandrie, de 1^h 51′ 21″. Les tables du Soleil et de la Lune, insérées dans la troisième édition de l'*Astronomie* de Lalande, donnent 68° 59′ 27″ pour l'élongation moyenne de la Lune au Soleil à cette époque, sans avoir égard à l'équation séculaire de la Lune, et en partant du moyen mouvement lunaire actuel, que Delambre a déterminé par un grand nombre d'observations de Dagelet, comparées à celles de Lahire. La différence 1° 37′ 33″, entre ce résultat et celui de Ptolémée, indique évidemment l'équation séculaire de la Lune. Celle que j'ai tirée de la loi de la pesanteur universelle, devient 1° 40′ 20″ à la première époque des tables de Ptolémée : ce qui donne 70° 39′ 47″ pour l'élongation correspondante de la Lune, suivant les tables actuelles, en ayant égard à son équation séculaire; résultat qui ne surpasse que de 2′ 47″ celui de Ptolémée. Si l'on augmente de 4,″7 par siècle le mouvement synodique actuel, cette élongation devient 70° 37′ 54″,

plus grande seulement de $54''$ que celle de Ptolémée. On ne devoit pas espérer un si parfait accord, vu l'incertitude qui reste sur les masses de Vénus et de Mars, dont l'influence sur la grandeur de l'équation séculaire de la Lune est sensible : le développement de cette équation est une des données les plus avantageuses que l'on puisse employer à la détermination de ces masses; et l'accord que je viens de trouver, confirme les valeurs que je leur ai assignées.

L'accélération du mouvement de la Lune se manifeste encore dans les moyens mouvemens des tables de Ptolémée; elles donnent $234^\circ\ 19'\ 55''$, pour l'excès du moyen mouvement synodique de la Lune sur un nombre entier de circonférences, dans l'intervalle de 810 années égyptiennes. Le moyen mouvement synodique de nos tables actuelles, augmenté par ce qui précède, de $4'',7$ par siècle, donne $235^\circ\ 3'\ 15''$ pour cet excès, plus grand que le précédent de $43'\ 20''$. Ainsi l'équation séculaire de la Lune est prouvée à la fois par son élongation au Soleil à la première époque des tables de Ptolémée, et par le moyen mouvement synodique de ces tables.

Considérons présentement le mouvement de l'apogée. Ptolémée fixe l'anomalie moyenne de la Lune à $268^\circ\ 49'$ pour la même époque. Cette anomalie, suivant les tables actuelles, étoit de $265^\circ\ 15'\ 1''$, plus petite que la précédente de $3^\circ\ 33'\ 59''$; cette différence augmente encore, et devient $7^\circ\ 9'\ 59''$, en vertu de la correction que nous faisons au mouvement séculaire de l'anomalie; l'équation séculaire de ce mouvement est donc indiquée par

cette différence qui la représente. On a vu que cette équation est quarante-trois dixièmes de celle du moyen mouvement, et par conséquent de 7° 11′ 26″ à la première époque des tables de Ptolémée ; ce qui ne diffère que de 1′ 27″ du résultat donné par l'anomalie moyenne de ces tables, à la même époque.

L'accélération du mouvement de l'anomalie se manifeste encore dans le mouvement de l'anomalie moyenne des tables de Ptolémée ; elles donnent 222° 10′ 57″ pour l'excès de ce mouvement, sur un nombre entier de circonférences, dans l'intervalle de 810 années égyptiennes. Les tables actuelles donnent, en ayant égard aux corrections proposées ci-dessus, 224° 59′ 33″ pour cet excès, plus grand que le précédent de 2° 48′ 36″. Ainsi l'équation séculaire de l'anomalie est prouvée à la fois par l'anomalie moyenne des tables de Ptolémée à leur première époque, et par le mouvement qu'elles supposent à cette anomalie. Je remarquerai ici que ce mouvement, quoique plus foible d'environ 20′ par siècle que celui qui résulte de la comparaison des observations modernes, est cependant plus considérable qu'au temps de Ptolémée. C'est la raison pour laquelle, malgré son accélération, les Arabes, et Tycho lui-même, ont à très-peu près adopté dans leurs tables ce mouvement de l'anomalie, que les observations modernes ont forcé d'abandonner.

Albatenius, l'un des plus célèbres astronomes arabes, et très-exact observateur, corrigea les élémens des tables lunaires de Ptolémée ; il trouva que le moyen mouvement

synodique de ces tables satisfaisoit aux éclipses observées de son temps, c'est-à-dire environ 1620 années égyptiennes après leur première époque, ou vers l'an 873 de l'ère chrétienne : ces tables donnent 323° 2′ 12″ pour l'élongation moyenne de la Lune au Soleil après cet intervalle. Les tables actuelles donnent 322° 50′ 14″ pour cette même élongation, en augmentant de 4″,7 leur mouvement séculaire synodique : l'équation séculaire de la Lune est de 12′ 1″ pour l'année 873; en l'ajoutant à l'élongation précédente, on a 323° 2′ 15″ pour cette élongation corrigée par ce qui précède, et par l'équation séculaire; ce qui ne diffère que de 3″ du résultat des tables de Ptolémée, et par conséquent des éclipses observées du temps d'Albatenius. Cet accord remarquable est une nouvelle confirmation de la valeur que j'ai assignée à l'équation séculaire de la Lune : ainsi cette équation est confirmée par les tables de Ptolémée et par les observations d'Albatenius.

Les résultats de ces deux astronomes étant fondés sur la comparaison d'un très-grand nombre d'éclipses dont ils n'ont rapporté qu'une très-petite partie, on doit y avoir au moins autant de confiance qu'aux éclipses mêmes qu'ils nous ont conservées, et avec lesquelles ces résultats sont parfaitement d'accord : on peut donc en faire usage pour déterminer la correction séculaire du mouvement du nœud donné par nos tables; car il est clair que les astronomes n'ayant point eu égard à son équation séculaire, ou à son ralentissement, ils ont dû trouver, par la comparaison des observations

anciennes aux modernes, un mouvement séculaire trop rapide.

Ptolémée ne considère point séparément le mouvement des nœuds; il réduit directement en tables la distance de la Lune au terme de sa plus grande latitude boréale, c'est-à-dire à la position de son nœud ascendant, augmentée de 90°, suivant l'ordre des signes : il fixe cette distance à 354° 15′ au commencement de l'ère de Nabonassar. Suivant nos tables, cette distance devoit être de 352° 45′ 19″, sans avoir égard aux équations séculaires; mais l'équation séculaire du nœud étant $\frac{7}{10}$ de celle du moyen mouvement, l'équation séculaire de la distance de la Lune au terme de sa plus grande latitude est $\frac{3}{10}$ de celle du moyen mouvement, et par conséquent elle étoit de 30′ 6″ à la première époque des tables de Ptolémée. En l'ajoutant à 352° 45′ 19″, ou à 353° 15′ 25″, pour la distance de la Lune au terme de sa plus grande latitude boréale, suivant nos tables, et en ayant égard aux équations séculaires, cette distance est plus petite de 59′ 35″ que suivant Ptolémée; ce qui indique que le mouvement séculaire du nœud de nos tables est trop grand d'environ 2′ 20″.

Albatenius trouva par les éclipses observées de son temps, qu'il falloit diminuer de 27′ la distance de la Lune au terme de sa plus grande latitude boréale, conclue par les tables de Ptolémée. 1620 années égyptiennes après l'époque de ces tables, elles donnent 116° 40′ 47″ pour cette distance qui, par les observations d'Albatenius, n'étoit que de 116° 13′ 47″. A cette der-

nière époque, cette distance étoit de 115° 43′ 14″, suivant nos tables, et en ayant égard aux équations séculaires de la Lune et de ses nœuds. La différence 30′ 33″, divisée par 8,67, nombre des siècles écoulés entre cette époque et 1750, donne 3′ 30″ pour la correction du mouvement séculaire du nœud de nos tables; correction plus grande de 1′ 10″ que celle qui vient d'être déterminée par les tables de Ptolémée. La moyenne entre ces deux corrections est 2′ 55″; c'est la quantité dont il me paroît qu'il faut diminuer le mouvement séculaire du nœud de nos tables lunaires.

Un siècle après Albatenius, Ibjunis, non moins exact observateur, a rapporté dans le manuscrit dont j'ai déja parlé, un grand nombre d'éclipses observées par les Arabes et par lui-même, et que le citoyen Bouvard a comparées à nos tables. En les réunissant aux vingt-sept éclipses anciennes qu'il avoit précédemment calculées, il en a conclu que la correction du mouvement de l'élongation de la Lune au Soleil, donné par nos tables, est insensible, et que la correction du mouvement séculaire de l'anomalie est de 8′ 5″.

Les tables d'Ibjunis, qui sont à la bibliothèque nationale, donnent pour l'an 390 de l'hégire, ou, ce qui revient au même, pour le 30 novembre de l'an 1000, que l'on peut considérer comme l'époque de leur formation, l'élongation moyenne de la Lune au Soleil à midi, temps moyen au Caire, égale à 15° 55′ 16″, et l'anomalie moyenne de la Lune, égale à 339° 51′ 21″. Les mêmes quantités suivant nos tables, et en ayant égard aux équa-

tions séculaires du moyen mouvement et de l'anomalie, sont 15° 56′ 28″, et 340° 40′ 25″. La différence entre nos tables et celles d'Ibjunis est donc 1′ 12″ à l'égard de l'élongation moyenne, ce qui est très-peu considérable; elle est de 49′ 4″ à l'égard de l'anomalie moyenne. En la divisant par 7, nombre des siècles écoulés entre 1000 et 1700, on a 7′ pour la correction du mouvement séculaire de l'anomalie de nos tables. Enfin les éclipses observées par Tycho, et ses tables, donnent une plus forte correction.

Pour assurer encore plus l'existence des équations séculaires de la Lune, j'ai prié le citoyen Bouvard de comparer à nos tables un grand nombre d'observations de la Lune, de la fin du dernier siècle, et de celui-ci: je ne rapporterai ici que ce qui concerne l'équation séculaire de l'anomalie, la plus considérable des trois, et à laquelle on n'avoit point encore eu égard. La méthode la plus exacte et la plus simple de corriger l'anomalie consiste à comparer aux tables un grand nombre de lieux de la Lune, observés avec soin dans l'intervalle d'un petit nombre d'années, et dans lesquels la Lune n'étoit qu'à 30 ou 40 degrés de distance de son apogée ou de son périgée: on détermine l'erreur moyenne des tables, soit dans les observations apogées, soit dans les observations périgées, et l'on retranche la seconde de la première de ces erreurs. On fait varier l'anomalie des tables d'un même nombre de minutes dans chaque observation, et l'on détermine, dans cette supposition, la différence des erreurs des tables dans les observations

apogées et périgées ; une simple proportion fait connoître ensuite la vraie correction de l'anomalie des tables, correction qui se rapporte à l'époque moyenne entre celles de toutes les observations : il est facile d'en conclure la correction de la longitude moyenne de la Lune, correspondante à la même époque. La différence des corrections de l'anomalie des tables, à deux époques éloignées, donne la correction du mouvement de l'anomalie dans cet intervalle, en ayant égard à la différence correspondante des équations séculaires : on a, par conséquent, la correction du mouvement séculaire de cette anomalie. C'est ainsi que le citoyen Bouvard a comparé aux tables un grand nombre d'observations du dernier siècle et de celui-ci, en ayant soin de considérer à la fois autant d'observations apogées que d'observations périgées. Voici les résultats qu'il a trouvés.

Cent soixante-huit observations de Bradley, faites en 1750, 51, 52, 53, 54, 55, 56, et dont l'époque moyenne répond au 17 décembre 1752, ont donné — 4″,6 pour la correction de la longitude moyenne, et — 17″,9 pour la correction de l'anomalie moyenne des tables.

Quarante-huit observations de Maskelyne, faites en 1784 et 1785, et dont l'époque moyenne répond au 6 mai 1784, ont donné — 18″,3 pour la correction de la longitude, et + 2′ 19″,6 pour la correction de l'anomalie moyenne.

Soixante observations de Maskelyne, faites pendant les années 2 et 3 de l'ère française, et dont l'époque moyenne répond au 28 vendémiaire de l'an 3, ont

donné — 18″,8 pour la correction de la longitude, et + 3′ 20″,9 pour la correction de l'anomalie.

On voit évidemment par ces résultats, que le moyen mouvement de l'anomalie doit être augmenté. Les observations de Bradley, comparées à celles de Maskelyne, des années 2 et 3 de l'ère française, donnent environ 7′ pour cette correction. Mais comme l'influence des équations, ou négligées dans les tables, ou susceptibles encore de corrections, est d'autant plus grande que les époques des observations que l'on compare sont plus rapprochées, le citoyen Bouvard a bien voulu, à ma prière, discuter un grand nombre d'observations de Flamsteed. Il en a choisi soixante-quatre faites au quart de cercle mural dont il a déterminé la déviation à toutes les hauteurs. Dans chaque observation, la Lune a été comparée, soit en ascension droite, soit en déclinaison, à plusieurs étoiles dont la position a été bien déterminée pour 1750 par Bradley, Mayer et Lacaille. Pour avoir la position de ces étoiles à l'époque des observations de Flamsteed, le citoyen Bouvard a pris un milieu entre les déterminations de Bradley, Mayer et Lacaille, pour 1750, et entre celles de Maskelyne, Delambre et Zach, pour 1790; ensuite, au moyen du mouvement de ces étoiles dans l'intervalle de ces quarante ans, il les a rapportées, par une formule exacte et fort simple, à l'époque des observations de Flamsteed. Vu la précision des observations modernes et l'accord des divers astronomes que je viens de citer, entre eux, ce moyen paroît préférable à celui d'em-

ployer le catalogue de Flamsteed. L'époque moyenne des soixante-quatre observations de cet astronome, discutées par le citoyen Bouvard, répond au 18 avril 1691 : elles donnent — 14″,3 pour la correction de la longitude de la Lune, et — 5′ 21″,7 pour la correction de l'anomalie moyenne. En les comparant aux observations précédentes de Bradley, on trouve 8′ 0″ pour la correction du mouvement séculaire de l'anomalie des tables ; en les comparant aux dernières observations citées de Maskelyne, on a 7′ 45″ pour cette correction.

Enfin, parmi les quarante-deux observations de Lahire, que Bailly a rapportées dans les *Mémoires de l'Académie des sciences* pour 1763, il s'en trouve vingt-deux qui peuvent servir à notre objet, et dont l'époque moyenne répond au premier octobre 1784. Le citoyen Bouvard les ayant comparées aux tables, elles lui ont donné — 6′ 1″,5 pour la correction de l'anomalie moyenne. En les comparant aux observations de Maskelyne des années 2 et 3 de l'ère française, on trouve 7′ 53″ pour la correction du mouvement séculaire de l'anomalie des tables. Je dois remarquer ici que Bailly avoit déja reconnu par ces observations, qu'il falloit avancer d'environ 5′ le lieu de l'apogée des tables lunaires à leur époque.

Si l'on prend un milieu entre les résultats donnés par les observations anciennes et modernes, on voit qu'il faut augmenter d'environ 8′ $\frac{1}{2}$ le mouvement séculaire de l'anomalie de nos tables, dont on peut fixer à 3′ 20″ la correction pour le commencement de l'an 3 de l'ère

française. En augmentant ensuite cette correction d'une demi-seconde par mois pendant les dix années suivantes, on aura les corrections correspondantes dans lesquelles l'équation séculaire de l'anomalie se trouvera comprise, et l'on sera ainsi dispensé d'y avoir égard dans cet intervalle. On voit encore qu'il faut diminuer de 19″ l'époque de la longitude moyenne pour l'an 3. Quant au moyen mouvement des tables, les observations de Bradley, comparées à celles de Maskelyne, semblent y indiquer une diminution ; mais les observations de Flamsteed, comparées à celles de Maskelyne, ne portent cette diminution qu'à 4″,5 pour un intervalle de 103 ans, ce qui est insensible : ainsi, en attendant qu'une plus ample discussion des observations ait éclairci ce point de la théorie lunaire, on peut conserver le mouvement séculaire des tables. C'est en partant de ces corrections, et en supprimant des tables lunaires, ainsi que l'a fait dans les calculs cités le citoyen Bouvard, l'équation XVIII dépendante de la longitude du nœud de la Lune, équation qui n'est point donnée par la théorie, que l'on calcule présentement les lieux de la Lune pour la *Connoissance des temps* de l'an 12 ; et je dois observer que les tables ainsi corrigées représentent toutes les observations modernes avec un accord très-remarquable, et qu'elles reprennent ainsi toute l'exactitude qu'elles avoient relativement aux observations du milieu de ce siècle, et qu'elles commençoient à perdre : en sorte que la précision de ces tables, jointe à celle des instrumens avec

lesquels on observe à la mer les distances de la Lune au Soleil et aux étoiles, laisse maintenant très-peu de chose à desirer pour la perfection de la théorie des longitudes.

L'incertitude que les observations laissent sur le mouvement séculaire de la Lune, et qui me paroît tenir, en partie, à celle qui reste encore sur le mouvement des équinoxes et sur le mouvement propre des étoiles, fait desirer que les astronomes comparent, le plus souvent qu'il sera possible, les différens corps du système solaire les uns aux autres et au Soleil. On sait que les moyens mouvemens du Soleil et des planètes sont invariables; les observations de leurs conjonctions ou de leurs oppositions mutuelles, et celles de leurs élongations respectives, feront connoître les rapports de ces mouvemens, directement et indépendamment des mouvemens des équinoxes et des étoiles. C'est ainsi que les mouvemens de la Lune, par rapport au Soleil, à son apogée et à ses nœuds, sont donnés directement par les éclipses. On ne peut donc trop recommander ce genre d'observations aux astronomes.

Lorsque la cause de l'équation séculaire de la Lune étoit inconnue, on avoit imaginé diverses hypothèses pour l'expliquer. Le plus grand nombre l'attribuoit à la résistance de l'éther : la transmission successive de la gravité me paroissoit offrir une explication plus naturelle de ce phénomène; mais alors on n'avoit reconnu par les observations que l'accélération du moyen mouvement de la Lune. Maintenant que le ralentissement

des mouvemens de son apogée et de ses nœuds est bien constaté par les observations anciennes et modernes, il faut que la même cause explique à la fois et ce ralentissement et l'accélération du mouvement lunaire ; or on verra ci-après que la résistance de l'éther accélère le moyen mouvement de la Lune, sans altérer ceux de son nœud et de son apogée : la même analyse conduit au même résultat, relativement à la transmission successive de la gravité. L'équation séculaire de la Lune n'est donc point l'effet de ces deux causes ; et quand même sa vraie cause seroit encore inconnue, cela seul suffiroit pour les exclure. C'est ainsi que les phénomènes, en se développant, nous éclairent sur leurs véritables causes. Les trois équations séculaires des moyens mouvemens de la Lune, de son apogée et de ses nœuds, satisfaisant exactement aux observations, il en résulte que la résistance de l'éther et la transmission successive de la gravité n'ont produit jusqu'ici aucune altération sensible dans les mouvemens des corps célestes : car si elles avoient quelque influence sur l'équation séculaire du moyen mouvement de la Lune, elles la rapprocheroient de l'équation séculaire du mouvement de son apogée, et l'éloigneroient de celle du mouvement des nœuds ; en sorte que ces trois équations ne seroient point dans le rapport constant des nombres 10, 33 et 7, rapport que donne la loi de la pesanteur, et que les observations confirment.

I.

Soient x, y, z, les coordonnées du centre de gravité de la Lune, rapportées au centre de gravité de la Terre; soient x', y', z', celles du Soleil, rapportées à la même origine; soit S la masse de cet astre, la somme de celles de la Terre et de la Lune étant prise pour unité de masse; enfin désignons par R la fonction,

$$\frac{S}{\sqrt{(x'-x)^2+(y'-y)^2+(z'-z)^2}}-\frac{S.(xx'+yy'+zz')}{(x'^2+y'^2+z'^2)^{\frac{3}{2}}}.$$

La différentielle de R, prise par rapport à x, et divisée par dx, exprimera la force perturbatrice du mouvement lunaire, parallèlement à l'axe des x : on aura donc, par les principes connus de dynamique, en regardant l'élément dt du temps comme constant,

$$\frac{ddx}{dt^2}+\frac{x}{(x^2+y^2+z^2)^{\frac{3}{2}}}=\left(\frac{dR}{dz}\right);$$

on aura pareillement

$$\frac{ddy}{dt^2}+\frac{y}{(x^2+y^2+z^2)^{\frac{3}{2}}}=\left(\frac{dR}{dy}\right);$$

$$\frac{ddz}{dt^2}+\frac{z}{(x^2+y^2+z^2)^{\frac{3}{2}}}=\left(\frac{dR}{dz}\right).$$

C'est à l'intégration de ces trois équations différentielles que se réduit la détermination du mouvement lunaire. Ces équations donnent les suivantes, dans lesquelles aucune différence n'est supposée constante :

$$d.\left(\frac{xdy-ydx}{dt}\right)=\left[x.\left(\frac{dR}{dy}\right)-y.\left(\frac{dR}{dx}\right)\right].dt;\ (a)$$

$$d.\left(\frac{xdx+ydy}{dt}\right)-\left(\frac{dx^2+dy^2}{dt}\right)+\frac{(x^2+y^2).dt}{(x^2+y^2+z^2)^{\frac{3}{2}}}=\left[x.\left(\frac{dR}{dx}\right)+y.\left(\frac{dR}{dy}\right)\right].dt;(b)$$

$$x.d.\left(\frac{xdz-zdx}{dt}\right)+y.d.\left(\frac{ydz-zdy}{dt}\right)=xdt.\left[x.\left(\frac{dR}{dz}\right)-z.\left(\frac{dR}{dx}\right)\right]+ydt.\left[y.\left(\frac{dR}{dz}\right)-z.\left(\frac{dR}{dy}\right)\right];\ (c).$$

Transformons les coordonnées en d'autres plus commodes pour les usages astronomiques, et, pour cela, nommons v l'angle que fait avec l'axe des x, la projection du rayon vecteur de la Lune sur le plan fixe des x et des y; soit $\frac{1}{u}$ cette projection, et s la tangente de la latitude de la Lune au-dessus de ce plan : on aura

$$x=\frac{\cos.v}{u};\ y=\frac{\sin.v}{u};\ z=\frac{s}{u}.$$

En marquant d'un trait pour le Soleil les lettres v, u et s, on aura

$$x'=\frac{\cos.v'}{u'};\ y'=\frac{\sin.v'}{u'};\ z'=\frac{s'}{u'}.$$

On aura ensuite

$$xdy-ydx=\frac{dv}{u^2};$$

d'ailleurs, on a

$$\left(\frac{dR}{dx}\right).dx+\left(\frac{dR}{dy}\right).dy+\left(\frac{dR}{dz}\right).dz=\left(\frac{dR}{du}\right).du+\left(\frac{dR}{dv}\right).dv+\left(\frac{dR}{ds}\right).ds.$$

L'équation $x^2+y^2=\frac{1}{u^2}$ donne $du=-u^3.(xdx+ydy)$; celle-ci, *tang.* $v=\frac{y}{x}$, donne $dv=u^2.(xdy-ydx)$; enfin l'équation $s=uz$ donne $ds=udz-zu^3.(xdx+ydy$: on a donc

$$\left(\frac{dR}{dx}\right).dx+\left(\frac{dR}{dy}\right).dy+\left(\frac{dR}{dz}\right).dz=-u^3.\left(\frac{dR}{du}\right).(xdx+ydy)$$
$$+u^2.\left(\frac{dR}{dv}\right).(xdy-ydx)$$
$$+\left(\frac{dR}{ds}\right).[udz-u^3.z.(xdx+ydy)];$$

d'où l'on tire, en comparant les coefficiens de dx, dy, dz,

$$\left(\frac{dR}{dx}\right)=-xu^3.\left(\frac{dR}{du}\right)-yu^2.\left(\frac{dR}{dv}\right)-xzu^3.\left(\frac{dR}{ds}\right);$$
$$\left(\frac{dR}{dy}\right)=-yu^3.\left(\frac{dR}{du}\right)+xu^2.\left(\frac{dR}{dv}\right)-yzu^3.\left(\frac{dR}{ds}\right);$$
$$\left(\frac{dR}{dz}\right)=u.\left(\frac{dR}{ds}\right);$$

on a donc

$$x.\left(\frac{dR}{dy}\right)-y.\left(\frac{dR}{dx}\right)=\left(\frac{dR}{dv}\right);$$

l'équation (a) devient ainsi

$$d.\left(\frac{dv}{u^2dt}\right)=\left(\frac{dR}{dv}\right).dt.$$

Cette nouvelle équation multipliée par $\frac{2dv}{u^2dt}$, et ensuite intégrée, donne

$$dt=\frac{dv}{u^2.\sqrt{h^2+2\int\left(\frac{dR}{dv}\right).\frac{dv}{u^2}}},$$

h étant une constante arbitraire. On en tirera le temps t en fonction de v; mais il sera plus simple de faire usage de l'équation

$$o = \frac{ddt}{dv^2} + \frac{2\,du\,dt}{u\,dv^2} + u^2 . \left(\frac{dR}{dv}\right) . \frac{dt^3}{dv^3} ; \quad (e)$$

que l'on conclut de la précédente, en supposant dv constant.

Si l'on substitue la valeur de dt, dans les équations (b) et (c), et au lieu de x, y, z, $\left(\frac{dR}{dx}\right)$, $\left(\frac{dR}{dy}\right)$, $\left(\frac{dR}{dz}\right)$, leurs valeurs; elles donneront, en faisant dv constant,

$$o = \left(\frac{ddu}{dv^2} + u\right) . \left[h^2 + 2\int\left(\frac{dR}{dv}\right) . \frac{dv}{u^2}\right] - (1 + ss)^{\frac{3}{2}}$$
$$- \left(\frac{dR}{du}\right) - \frac{s}{u} . \left(\frac{dR}{ds}\right) + \left(\frac{dR}{dv}\right) . \frac{du}{u^2\,dv} ; \quad (f)$$

$$o = \left(\frac{dds}{dv^2} + s\right) . \left[h^2 + 2\int\left(\frac{dR}{dv}\right) . \frac{dv}{u^2}\right] - \frac{s}{u} . \left(\frac{dR}{du}\right)$$
$$- \frac{(1+ss)}{u^2} . \left(\frac{dR}{ds}\right) + \left(\frac{dR}{dv}\right) . \frac{ds}{u^2\,dv} ; \quad (g)$$

I I.

Développons la valeur de R. Elle devient

$$R = \frac{S\,u'}{\sqrt{1+s's'}} . \left\{ \begin{array}{l} 1 + \frac{3}{2} . \frac{[uu'.\cos.(v-v') + uu'ss' - \frac{1}{2}u'^2.(1+ss)]^2}{(1+s'^2)^2 . u^4} \\ + \frac{5}{2} . \frac{[uu'.\cos.(v-v') + uu'ss' - \frac{1}{2}u'^2.(1+ss)]^3}{(1+s'^2)^3 . u^6} \\ - \frac{(1+s^2)\,u'^2}{2.(1+s'^2).u^2} \end{array} \right\} + \text{etc.}$$

On peut, dans la théorie lunaire, s'en tenir à ces termes; on peut même, dans les termes multipliés

par u'^4, négliger les carrés et les produits de s et de s' : on aura ainsi, en ordonnant l'expression de R par rapport aux puissances de u',

$$R = \frac{S u'}{\sqrt{1+s'^2}} + \frac{S. u'^3}{4u^2.(1+s'^2)^{\frac{5}{2}}}.[1+3.\cos.(2v-2v')$$
$$+12.ss'.\cos.(v-v') - 2s^2 - 2s'^2 - 2s^2.s'^2]$$
$$+\frac{S. u'^4}{8u^3.(1+s'^2)^{\frac{7}{2}}}.[3.\cos.(v-v')+5.\cos.(3v-3v')].$$

Il suffit, dans la recherche qui nous occupe, de considérer les termes multipliés par u'^3 ; ce qui donne

$$\left(\frac{dR}{du}\right) + \frac{s}{u}.\left(\frac{dR}{ds}\right) = -\frac{S. u'^3}{2u^3.(1+s'^2)^{\frac{5}{2}}}.[1+3.\cos.(2v-2v')$$
$$+6ss'.\cos.(v-v') - 2s'^2];$$

$$\left(\frac{dR}{dv}\right) = -\frac{3S. u'^3}{2u^2.(1+s'^2)^{\frac{5}{2}}}.[\sin.(2v-2v')+2ss'.\sin.(v-v')];$$

$$\left(\frac{dR}{ds}\right) = -\frac{S. u'^3}{u^2.(1+s'^2)^{\frac{5}{2}}}.[s-3s'.\cos.(v-v')+s'^2.s].$$

Pour développer ces valeurs en sinus et cosinus d'angles proportionnels à v, il faut déterminer u, u', v', s et s', en fonctions semblables. Pour cela, nous observerons que si l'on suppose R nul dans les équations différentielles de l'article précédent, elles deviennent

$$o = \frac{ddu}{dv^2} + u - \frac{1}{h^2.(1+s^2)^{\frac{3}{2}}};\ o = \frac{dds}{dv^2} + s;\ dt = \frac{dv}{hu^2};$$

d'où l'on tire en intégrant

$$u = \frac{1}{h^2.(1+\lambda^2)}.\left[\sqrt{1+s^2} - e.\cos.(v-\varpi)\right];$$
$$s = \lambda.\sin.(v-\theta);$$

e, ϖ, λ et θ étant quatre constantes arbitraires, dont la

première exprime à très-peu près l'excentricité de l'orbite, la seconde exprime la longitude de l'apogée, la troisième exprime la tangente de l'inclinaison de l'orbite au plan fixe, et la quatrième exprime la longitude du nœud ascendant. Le demi-grand axe de l'orbite, que nous désignerons par a, sera, en négligeant les quantités de l'ordre λ^4, $\frac{h^2.(1+\lambda^2)}{1-e^2}$. L'équation $dt=\frac{dv}{hu^2}$ donnera en l'intégrant et en supposant, pour plus de simplicité, $\frac{1}{a^{\frac{3}{2}}}=n$,

$$nt+\varepsilon=v+2e.\,sin.\,(v-\varpi)+\frac{3}{4}e^2.\,sin.\,(2v-2\varpi)$$
$$+\frac{1}{4}.\,\lambda^2.\,sin.\,(2v-2\theta)+\text{etc.}$$

Cette valeur de $nt+\varepsilon$ suppose l'ellipse lunaire immobile ; mais on sait qu'en vertu de la force perturbatrice, ses nœuds et son apogée sont en mouvement : alors, en désignant par $(1-c).\,v$, le mouvement de l'apogée, et par $(g-1).\,v$, le mouvement rétrograde de ses nœuds, on aura pour premières valeurs approchées de $nt+\varepsilon$ et de u,

$$nt+\varepsilon=v+2e.\,sin.\,(cv-\varpi)+\frac{3}{4}e^2.\,sin.\,(2cv-2\varpi)$$
$$+\frac{1}{4}.\,\lambda^2.\,sin.\,(2gv-2\theta);$$
$$u=\frac{1}{a.(1-e^2)}.\left[1+\frac{1}{4}\lambda^2-e.\,cos.\,(cv-\varpi)-\frac{1}{4}\lambda^2.\,cos.\,(2gv-2\theta)\right].$$

Si l'on marque d'un trait, relativement au Soleil, les quantités relatives à la Lune ; et si, pour plus de simplicité, on prend d'abord pour plan fixe celui de l'orbite

solaire, ce que l'on peut faire, vu la lenteur des variations de ce dernier plan; on aura

$$n't+\varepsilon'=v'+2e'.\sin.(c'v'-\varpi')+\frac{3}{4}e'^2.\sin.(2c'v'-2\varpi');$$

$$u'=\frac{1}{a'.(1-e'^2)}.[1-e'.\cos.(c'v'-\varpi')].$$

L'origine du temps et celle de l'angle v étant arbitraires, nous pouvons supposer ε et ε' nuls, et alors, en faisant $\frac{n'}{n}=m$, la comparaison des valeurs de $n\,t$ et $n'\,t$ donnera

$$v'+2e'.\sin.(c'v'-\varpi')+\frac{3}{4}e'^2.\sin.(2c'v'-2\varpi')$$
$$=mv+2me.\sin.(cv-\varpi)+\frac{3}{4}me^2.\sin.(2cv-2\varpi)$$
$$+\frac{1}{4}m\lambda^2.\sin.(2gv-2\theta);$$

d'où l'on tire, en observant que c' est très-peu différent de l'unité,

$$v'=mv+2me.\sin.(cv-\varpi)+\frac{3}{4}me^2.\sin.(2cv-2\varpi)$$
$$+\frac{1}{4}m\lambda^2.\sin.(2gv-2\theta)$$
$$-2e'.\sin.(c'mv-\varpi')-2mee'.\sin.(cv+c'mv-\varpi-\varpi')$$
$$-2mee'.\sin.(cv-c'mv-\varpi+\varpi')$$
$$+\frac{5}{4}e'^2.\sin.(2c'mv-2\varpi').$$

On pourra, au moyen de ces valeurs de u' et de v', développer les différens termes de l'expression de R en séries qui seront très-convergentes, à cause de la petitesse de m et du peu d'excentricité de l'orbe terrestre; c'est en cela que consiste le principal avantage

de la méthode qui coordonne les séries de la théorie lunaire, par rapport aux sinus et aux cosinus d'angles proportionnels à v.

III.

Considérons le terme $\frac{S.u'^3.(1-2s'^2)}{2u^3.(1+s'^2)^{\frac{5}{2}}}$ de l'expression de $-\left(\frac{dR}{du}\right)-\frac{s}{u}.\left(\frac{dR}{ds}\right)$. Nous ne conserverons dans le développement de ce terme, parmi les quantités de l'ordre des carrés et des produits des excentricités et des inclinaisons des orbites, que celles qui sont constantes et celles qui sont multipliées par les sinus ou cosinus d'angles dans lesquels le coefficient de v diffère peu de l'unité. Ces dernières quantités croissant beaucoup par l'intégration de l'équation différentielle (g) de l'article premier, les termes du même ordre dans lesquels le coefficient de v est très-petit, croissent beaucoup par l'intégration de l'expression différentielle du temps t: mais ils n'entrent dans le développement de R qu'autant qu'ils affectent l'angle v', et alors ils sont multipliés par m, ce qui les rend fort petits; en sorte que l'on peut les négliger sans erreur sensible. Enfin nous conserverons les termes multipliés par $e'^2\, e.\cos.(cv-\varpi)$, parce que de ces termes dépend l'équation séculaire du mouvement de l'apogée. Nous aurons ainsi, en supposant, comme ci-dessus, s' nul,

$$\frac{S.u'^3.(1-2s'^2)}{2u^3.(1+s'^2)^{\frac{5}{2}}}=\frac{S.a^3}{2a'^3}.\left(1+\frac{3}{2}e'^2-\frac{3}{4}\lambda^2\right)$$
$$+\frac{3S.a^3}{2a'^3}.\left(1+\frac{3}{2}e'^2\right).e.\cos.(cv-\varpi)$$

$$-\frac{3S.a^3}{2a'^3}.\left\{\begin{array}{l} e'.\cos.(c'mv-\varpi') \\ +\frac{(3-2m)}{2}.ee'.\cos.(cv-c'mv-\varpi+\varpi') \\ +\frac{(3+2m)}{2}.ee'.\cos.(cv+c'mv-\varpi-\varpi') \end{array}\right\}.$$

Nous avons observé qu'il est indispensable de porter, dans ces recherches, l'approximation jusqu'au carré de la force perturbatrice; or la valeur de u acquiert dans une première approximation, et en n'ayant égard qu'à la première puissance de cette force, une suite de termes que nous désignerons par δu, et qui est de la forme suivante :

$$\begin{aligned} \delta u = & \frac{Q^{(0)}}{a}+\frac{Q^{(1)}}{a}.\cos.(2v-2mv) \\ & +\frac{Q^{(2)}}{a}.e.\cos.(2v-cv-2mv+\varpi) \\ & +\frac{Q^{(3)}}{a}.e'.\cos.(c'mv-\varpi') \\ & +\frac{Q^{(4)}}{a}.ee'.\cos.(cv-c'mv-\varpi+\varpi') \\ & +\frac{Q^{(5)}}{a}.ee'.\cos.(cv+c'mv-\varpi-\varpi') \\ & +\frac{Q^{(6)}}{a}.ee'.\cos.(2v-cv-2mv+c'mv+\varpi-\varpi') \\ & +\frac{Q^{(7)}}{a}.ee'.\cos.(2v-cv-2mv-c'mv+\varpi+\varpi') \\ & +\text{etc.} \end{aligned}$$

Il nous suffit de considérer les termes précédens, parmi lesquels ceux qui sont multipliés par e acquièrent de

grands diviseurs, en vertu de l'intégration de l'équation différentielle en u. Cela posé, si l'on augmente u de δu, le terme $\frac{S.u'^3}{2u^3}$ prendra l'accroissement $-\frac{3S.u'^3.\delta u}{2u^4}$. Nous ne conserverons dans le développement de ce terme que les quantités multipliées par $e.\cos.(cv-\varpi)$, et parmi celles-ci il suffira de considérer celles qui sont multipliées par $Q^{(1)}$, $Q^{(2)}$, $Q^{(3)}$, etc., le terme $Q^{(0)}$ n'acquérant point de grands diviseurs par les intégrations. Nous aurons ainsi, pour le terme dû à la variation de $\frac{S.u'^3}{2u^3}$,

$$\frac{9S.a^3}{4a'^3}.(Q^{(4)}+Q^{(5)}).e'^2e.\cos.(cv-\varpi).$$

v' subit encore une variation dans ce terme, à raison de la variation de l'expression du temps en fonction de l'angle v; mais cette dernière variation étant multipliée par m dans l'expression de v', nous pouvons la négliger ici. On verra ci-après que $Q^{(4)}$ et $Q^{(5)}$ sont à fort peu près égaux et de signe contraire, ce qui rend à peu près nul le terme précédent; d'où il suit que la variation de $\frac{S.u'^3}{2u^3}$ ne produit aucun terme sensible, multiplié par $e'^2e.\cos.(cv-\varpi)$.

IV.

Développons maintenant le terme $\frac{3S.u'^3}{2u^4}.\cos.(2v-2v')$ de l'expression de $-\left(\frac{dR}{du}\right)-\frac{s}{u}.\left(\frac{dR}{ds}\right)$. En substituant pour u, u' et v', leurs valeurs trouvées dans l'art. II, on

trouvera, après toutes les réductions, le terme $\frac{3.S.u'^3}{2u^3}$. $\cos.(2v-2v')$, égal au produit de $\frac{3.S.a^3}{2a'^3}$ par la quantité

$$\left(1-\tfrac{5}{2}e'^2\right).\cos.(2v-2mv)-\tfrac{7}{2}e'.\cos.(2v-2mv-c'mv+\varpi')$$
$$+\tfrac{1}{2}e'.\cos.(2v-2mv+c'mv-\varpi')$$
$$+\frac{(3+4m)}{2}.\left(1-\tfrac{5}{2}e'^2\right).e.\cos.(2v-2mv-cv+\varpi)$$
$$+\frac{(3-4m)}{2}.\left(1-\tfrac{5}{2}e'^2\right).e.\cos.(2v-2mv+cv-\varpi)$$
$$-\frac{21.(1+2m)}{4}.ee'.\cos.(2v-2mv-cv-c'mv+\varpi+\varpi')$$
$$+\frac{(3+2m)}{4}.ee'.\cos.(2v-2mv-cv+c'mv+\varpi-\varpi')$$
$$+\text{ etc.}$$

En nommant δu, $\delta u'$ et $\delta v'$, les variations de u, u' et v', dues à la force perturbatrice, nous aurons pour l'accroissement du terme précédent,

$$-\frac{9.S.u'^3.\delta u}{2u^4}.(\cos.(2v-2v')+\frac{9.S.u'^2.\delta u'}{2u^3}.\cos.(2v-2v')$$
$$+\frac{3.S.u'^3\delta v'}{u^3}.\sin.(2v-2v').$$

Les deux derniers termes de cette fonction peuvent être négligés; car quoique dans les expressions de $\delta u'$ et de $\delta v'$ le inégalités du mouvement lunaire soient comprises, cependant, comme elles y sont multipliées par m, elles perdent les grands diviseurs qu'elles avoient acquis par les intégrations. Quant au premier

terme, en n'y conservant que ce qui est multiplié par $e.\,cos.\,(cv - \varpi)$, on trouve qu'il se réduit à

$$-\frac{9.S.a^3}{4a'^3}.\left\{\begin{array}{l}(1-\frac{5}{2}e'^2).\,[Q^{(2)}+4\,Q^{(1)}] \\ +\frac{1}{2}e'^2.\,Q^{(6)}-\frac{7}{2}.\,e'^2.\,Q^{(7)}\end{array}\right\}.\,e.\,cos.\,(cv-\varpi).$$

V.

Développons semblablement le terme $\left(\frac{dR}{dv}\right).\frac{du}{u^2 dv}$, ou $-\frac{3.S.u'^3.\frac{du}{dv}}{2u^4}.\,sin.\,(2v - 2v')$. Ce terme est égal, à très-peu près, à la différentielle de $\frac{S.u'^3}{2u^3}.\,sin.\,(2v - 2v')$, prise par rapport à ϖ et divisée par $d\varpi$, en supposant u' et v' constans : or on a le développement de $\frac{S.u'^3}{2u^3}.\,sin.\,(2v - 2v')$, en changeant les cosinus en sinus, dans le développement précédent de $\frac{S.u'^3}{2u^3}.\,cos.\,(2v - 2v')$; et la condition de u' et de v' constans sera satisfaite, en ne différenciant point les termes de ce développement, multipliés par me. On aura ainsi le terme $-\frac{3.S.u'^3.\frac{du}{dv}}{2u^4}.\,sin.\,(2v - 2v')$, égal au produit de $-\frac{3.S.a^3}{4a'^3}$ par la quantité

$$\begin{array}{l}(1-\frac{5}{2}e'^2).\,e.\,cos.\,(2v-2mv-cv+\varpi) \\ -\frac{7}{2}ee'.\,cos.\,(2v-2mv-cv-c'mv+\varpi+\varpi') \\ +\frac{1}{2}ee'.\,cos.\,(2v-2mv-cv+c'mv+\varpi-\varpi') \\ +\text{ etc.}\end{array}$$

La variation de ce terme, due aux forces perturbatrices, est à très-peu près

$$-\frac{3.S.u'^3.\frac{d.\delta u}{dv}}{2u^4}.\,sin.\,(2v-2v')$$
$$+\frac{6.S.u'^3\,\delta u.\frac{du}{dv}}{u^5}.\,sin.\,(2v-2v');$$

elle produit le terme,

$$+\frac{3.S.a^3}{4a'^3}.\left\{\begin{array}{l}(1-\frac{5}{2}e'^2).\,[(2-2m-c).\,Q^{(2)}\\ \quad+8(1-m).\,Q^{(1)}]\\ \quad+\frac{1}{2}.\,(2-m-c).\,e'^2.\,Q^{(6)}\\ \quad-\frac{7}{2}.\,(2-3m-c).\,e'^2.\,Q^{(7)}\end{array}\right\}.e.cos.(cv-\varpi).$$

VI.

Considérons enfin le terme $2.\int\left(\frac{dR}{dv}\right).\frac{dv}{u^2}$, ou $-3.S.\int\frac{u'^3.dv}{u^4}.\,sin.\,(2v-2v')$. Ce terme développé devient

$$\frac{3.S.a^4}{a'^3}.\left\{\begin{array}{l}\frac{(1-\frac{5}{2}e'^2)}{2-2m}.\,cos.\,(2v-2mv)+\frac{2.(1+m).(1-\frac{5}{2}e'^2)}{2-2m-c}.\,e.\\ \qquad cos.\,(2v-2mv-cv+\varpi)\\ +\frac{(2+m).ee'}{2.(2-m-c)}.cos.(2v-2mv-cv+c'mv+\varpi-\varpi')\\ -\frac{(2+3m).7ee'}{2.(2-3m-c)}.cos.(2v-2mv-cv-c'mv+\varpi+\varpi')\\ +\text{etc.}\end{array}\right\}$$

La variation de ce terme, que l'on obtient, à fort peu

près, en y substituant $u + \delta u$ au lieu de u, produit le terme

$$-\frac{6.S.a^4}{a'^3}.\left\{\begin{array}{l}(1-\frac{5}{2}e'^2).\,Q^{(2)}\\ +\frac{1}{2}e'^2.\,Q^{(6)}-\frac{7}{2}e'^2.\,Q^{(7)}\end{array}\right\}.e.\cos.(cv-\varpi).$$

VII.

Reprenons, cela posé, l'équation différentielle (f) de l'article premier. Si l'on néglige la force perturbatrice, on a

$$\frac{ddu}{dv^2}+u=\frac{(1+ss)^{-\frac{3}{2}}}{h^2};$$

et si, dans l'expression de δu, on ne considère que les termes dans lesquels le coefficient de v est peu différent de l'unité, on a, à fort peu près, $\frac{dd.\delta u}{dv^2}+\delta u=o$; le terme $\left(\frac{ddu}{dv^2}+u\right).\,2\int\left(\frac{dR}{dv}\right)\frac{dv}{u^2}$ se réduit ainsi à

$$\frac{2.(1+ss)^{-\frac{3}{2}}}{h^2}.\int\left(\frac{dR}{dv}\right).\,\frac{dv}{u^2};$$

l'équation différentielle (f) devient ainsi :

$$o=\frac{ddu}{dv^2}+u-\frac{(1+ss)^{-\frac{3}{2}}}{h^2}+\frac{S.a^2}{2a'^3}.[1+e^2+\frac{1}{4}\lambda^2+\frac{3}{2}e'^2]$$

$$+\frac{3.S.a^2}{2a'^3}.\left\{\begin{array}{l}1+\frac{3}{2}e'^2-2.(1+2m).(1-\frac{5}{2}e'^2).\,Q^{(1)}\\ -\frac{(9+2m+c)}{2}.(1-\frac{5}{2}e'^2).\,Q^{(2)}\\ -\frac{(9+m+c)}{4}.e'^2.\,Q^{(6)}\\ +\frac{7.(9+3m+c)}{4}.e'^2\,Q^{(7)}\end{array}\right\}.e.\cos.(cv-\varpi)$$

$$-\frac{3.S.a^2}{2a'^3}.\left\{\begin{array}{l} e'.\cos.(c'mv-\varpi') \\ +\frac{(3-2m)}{2}.\ ee'.\cos.(cv-c'mv-\varpi+\varpi') \\ +\frac{(3+2m)}{2}.\ ee'.\cos.(cv+c'mv-\varpi-\varpi') \end{array}\right\}$$

$$+\frac{3.S.a^2}{2a'^3}.\left(\frac{2-m}{1-m}\right).\left(1-\frac{5}{2}e'^2\right).\cos.(2v-2mv)$$
$$+\frac{3.S.a^2}{2a'^3}.\left[1+2m+\frac{4.(1+m)}{2-c-2m}\right]\left(1-\frac{5}{2}e'^2\right).e.\cos.(2v-2mv-cv+\varpi)$$
$$+\frac{3.S.a^2}{2a'^3}.\left[\frac{1+m}{2}+\frac{2+m}{2-c-m}\right].ee'.\cos.(2v-2mv-cv+c'mv+\varpi-\varpi')$$
$$-\frac{21.S.a^2}{2a'^3}.\left[\frac{1+3m}{2}+\frac{2+3m}{2-c-3m}\right].ee'.\cos.(2v-2mv-cv-c'mv+\varpi+\varpi')$$
$$+\text{ etc.}$$

Nous avons négligé, dans cette équation, les termes multipliés par $e^3.\cos.(cv-\varpi)$ ou par $\lambda^2 e.\cos.(cv-\varpi)$, quoique nous ayons conservé ceux qui sont multipliés par $e'^2 e.\ \cos.\ (cv-\varpi)$, et dont dépend l'équation séculaire de l'apogée; mais on verra ci-après que e et λ peuvent être supposés constans, au lieu que l'excentricité e' de l'orbe terrestre est variable. Nous ne conserverons, dans le développement de $(1+ss)^{-\frac{3}{2}}$, que la partie constante, et qui est à très-peu près égale à $1-\frac{3}{4}\lambda^2$, la considération des autres termes de ce développement étant inutile ici. La valeur que nous avons supposée à $u+\delta u$ devient ainsi

$$\frac{1}{h^2}.\left(1-\frac{3}{4}\lambda^2\right)-\frac{c}{a}.\cos.(cv-\varpi)+\frac{Q^{(0)}}{a}+\frac{Q^{(1)}}{a}.\cos.(2v-2mv)$$
$$+\frac{Q^{(2)}}{a}.e.\cos.(2v-2mv-cv+\varpi)$$

$$+\frac{Q^{(3)}}{a}.e'.\cos.(c'mv-\varpi')$$
$$+\frac{Q^{(4)}}{a}.ee'.\cos.(cv-c'mv-\varpi+\varpi')$$
$$+\frac{Q^{(5)}}{a}.ee'.\cos.(cv+c'mv-\varpi-\varpi')$$
$$+\frac{Q^{(6)}}{a}.ee'.\cos.(2v-2mv-cv+c'mv+\varpi-\varpi')$$
$$+\frac{Q^{(7)}}{a}.ee'.\cos.(2v-2mv-cv-c'mv+\varpi+\varpi')$$
$$+\text{ etc.}$$

En la substituant pour u dans l'équation différentielle précédente, on aura d'abord $c^2 = 1 - \alpha$, α étant le coefficient de $\frac{e}{a}.\cos.(cv-\varpi)$ dans cette équation différentielle. On aura ensuite

$$Q^{(0)} = -\frac{S.a^3}{2a'^3}.\left(1+e^2+\frac{1}{4}\lambda^2+\frac{3}{2}e'^2\right);$$
$$Q^{(1)} = \frac{3.S.a^3}{2a'^3}.\frac{(2-m).\left(1-\frac{5}{2}e'^2\right)}{(1-2m).(3-2m).(1-m)}.$$

Pour déterminer avec précision les valeurs de $Q^{(2)}$, $Q^{(4)}$, etc. nous observerons que les coefficiens de v, dans les angles dont elles multiplient les cosinus, sont peu différens de l'unité. Soit donc en général $\frac{Q}{a}.\cos.pv$ un terme de δu, dans lequel p diffère peu de l'unité. Puisque la substitution de $\frac{1}{a}.[1-e.\cos.(cv-\varpi)]$ pour u, dans les différens termes de l'équation différentielle (f) de l'article premier, a produit le terme $\frac{\alpha e}{a}.\cos.(cv-\varpi)$ dans l'équation différentielle précé-

dente; la substitution de $\frac{1}{a}.[1 - e.\cos.(cv - \varpi) + Q.\cos.pv]$ ajoutera, à très-peu près, à la même équation, le terme $-\frac{\alpha Q}{a}\cos.\ pv$, du moins en n'ayant égard qu'à la première puissance de la force perturbatrice; et cela sera d'autant plus exact que p différera moins de c. Nous devons donc ajouter ce terme au second membre de cette équation; d'où il suit que si $\gamma\ \cos.\ pv$ est le terme dépendant de pv, dans son second membre, on aura

$$\frac{Q}{a} = \frac{\gamma}{p^2 - c^2}.$$

La théorie de la Lune nous offre, parmi les quantités de l'ordre $\frac{1}{a'^4}$, un terme dépendant de la distance de la Lune à l'apogée du Soleil, et, vu la lenteur du mouvement de cet apogée, la valeur de p relative à ce terme diffère extrêmement peu de l'unité. Sans la considération précédente, on trouveroit

$$\frac{Q}{a} = \frac{\gamma}{p^2 - 1},$$

et alors la valeur de Q seroit très-considérable; mais la rapidité du mouvement de l'apogée de la Lune, relativement à celui de l'apogée du Soleil, rend $\frac{1}{p^2 - c^2}$ considérablement plus petit que $\frac{1}{p^2 - 1}$, et réduit le terme dont il s'agit, à quelques secondes. On trouvera ainsi

$$Q^{(2)} = -\frac{\frac{3.S.a^3}{2a'^3}.\left[1 + 2m + \frac{4.(1+m)}{2-c-m}\right]}{(2c+2m-2).(2-2m)}.\left(1 - \frac{5}{2}e'^2\right);$$

$$Q^{(4)} = \frac{3.S.a^3.(3-2m)}{4a'^3.m.(2c-m)};$$

$$Q^{(5)} = -\frac{3.S.a^3.(3+2m)}{4a'^3.m.(2c+m)};$$

$$Q^{(6)} = -\frac{3.S.a^3.\left[\frac{1+m}{2}+\frac{2+m}{2-c-m}\right]}{2a'^3.(2c+m-2).(2-m)};$$

$$Q^{(7)} = \frac{21.S.a^3.\left[\frac{1+3m}{2}+\frac{2+3m}{2-c-3m}\right]}{2a'^3.(2c+3m-2).(2-3m)},$$

etc.

VIII.

Substituons maintenant, au lieu de u, sa valeur, dans l'équation

$$dv = u^2\,dt.\sqrt{h^2 + 2.\int\left(\frac{dR}{dv}\right).\frac{dv}{u^2}}.$$

Si l'on n'a égard qu'aux termes constans, on aura

$$dv = \left[1 - \frac{S.a^3}{a'^3}.\left(1+\frac{3}{2}e'^2\right)\right].\frac{dt}{a^{\frac{3}{2}}}.$$

La quantité a étant égale à $\frac{h^2.(1+\lambda^2)}{1-e^2}$, elle est constante, puisque λ et e sont à très-peu près constans, comme on le verra bientôt. Par la théorie des planètes, le demi grand axe a' de l'orbite de la terre est constant; mais son excentricité e' est variable. En désignant donc, pour plus de simplicité, par t le moyen mouvement de la Lune, et observant que $\frac{S.a^3}{a'^3} = m^2$, on aura

$$v = t - \frac{3m^2}{2}.\int e'^2\,dt;$$

en sorte que l'équation séculaire du moyen mouvement de la Lune est égale à $-\frac{3m^2}{2}.\int e'^2\,dt$. Je nommerai E cette équation.

Pour avoir l'équation séculaire de l'apogée, reprenons l'équation différentielle en u de l'article précédent, et supposons-y, comme ci-dessus,

$$u = \frac{1}{h^2}.(1 - \frac{3}{4}\lambda^2) - \frac{e}{a}.\cos.(cv - \varpi) + \text{etc.};$$

mais regardons e et ϖ comme variables : nous aurons

$$o = \left[e.\left(c - \frac{d\varpi}{dv}\right)^2 - \frac{dde}{dv^2} - e.(1-\alpha)\right].\cos.(cv - \varpi)$$
$$+ \left[2.\frac{de}{dv}.\left(c - \frac{d\varpi}{dv}\right) - e.\frac{dd\varpi}{dv^2}\right].\sin.(cv - \varpi) + \text{etc.}$$

d'où l'on tire, en égalant séparément à zéro le coefficient de $\sin.(cv - \varpi)$,

$$\frac{2.de}{e} = \frac{dd\varpi}{cdv - d\varpi},$$

et en intégrant,

$$e^2 = \frac{A}{c - \frac{d\varpi}{dv}},$$

A étant une constante arbitraire. L'excentricité e de l'orbe lunaire n'est donc pas rigoureusement constante; mais sa variation est insensible, et n'influe point sensiblement sur les équations séculaires de la Lune, parce que e^2 s'y trouvant multiplié par $\frac{S.a^3}{a'^3}$ ou par m^2, qui est une très-petite fraction égale à $\frac{1}{179}$, on peut négliger le produit de $\frac{d\varpi}{dv}$ par cette fraction.

En égalant ensuite à zéro le coefficient de $cos. (cv - \varpi)$, on aura, à fort peu près,

$$c - \frac{d\varpi}{dv} = 1 - \frac{1}{2}\alpha + \frac{dde}{2edv^2};$$

on peut négliger le terme $\frac{dde}{2edv^2}$, comme étant insensible par rapport à $\frac{d\varpi}{dv}$. Si l'on représente par c la partie constante de $1 - \frac{1}{2}\alpha$, et si l'on désigne par $\frac{3}{2}.\,\beta m^2$ le coefficient de e'^2 dans la fonction $\frac{1}{2}\alpha$, on aura

$$\frac{d\varpi}{dv} = \frac{3}{2}.\,\beta m^2.\,e'^2,$$

d'où l'on tire, à fort peu près,

$$\varpi = constante + \frac{3}{2}\beta.\,m^2.\int e'^2\,dt;$$

en sorte que le mouvement de l'apogée est assujetti à une équation séculaire égale à $-\beta E$; et comme v est assujetti lui-même à l'équation séculaire E, l'équation séculaire de l'anomalie sera $(1+\beta).\,E$, β étant égal à

$$\frac{3}{4} + \frac{15.m^2.(2-m).(1+2m)}{2.(1-2m).(3-2m).(1-m)}$$

$$- \frac{15.\,m^2.\left[1+2m+\frac{4.(1+m)}{2-c-2m}\right].(9+2m+c)}{8.\,(2c+2m-2).\,(2-2m)}$$

$$+ \frac{147.\,m^2.\left[\frac{1+3m}{2}+\frac{2+3m}{2-c-3m}\right].(9+3m+c)}{16.\,(2c+3m-2).\,(2-3m)}$$

$$+ \frac{3\,m^2.\left[\frac{1+m}{2}+\frac{2+m}{2-c-m}\right].\,(9+m+c)}{16.\,(2c+m-2).\,(2-m)}.$$

Pour avoir les valeurs numériques de β, nous observerons que l'on a

$$m = 0{,}0748013\,;\; c = 0{,}99154774\,;$$

ce qui donne $\beta = 3{,}3024$.

La détermination de β dépend, comme on voit, d'une analyse très-délicate, et l'on peut craindre que les quantités négligées n'aient une influence sensible sur cette valeur. Ce qui doit nous rassurer à cet égard, c'est que la même analyse conduit à une valeur fort approchée du mouvement de l'apogée. En prenant pour unité le moyen mouvement de la Lune, celui de son apogée est, à très-peu près, $\frac{1}{2}\alpha$, et l'on a $\frac{1}{2}\alpha = 0{,}0086113$. Les observations donnent 0,00845226 pour le mouvement de l'apogée; ce qui ne diffère pas d'un cinquantième, du résultat précédent : on peut donc croire que la valeur trouvée pour β a ce même degré de précision.

IX.

Considérons présentement le mouvement des nœuds. Pour cela reprenons l'équation différentielle (g) de l'article premier. Le mouvement de la Lune étant rapporté à un plan fixe peu incliné à l'écliptique vraie, si l'on néglige les carrés et les produits de s et de s', cette équation devient

$$o = \left(\frac{dds}{dv^2} + s\right).\left[h^2 + 2\int\left(\frac{dR}{dv}\right).\frac{dv}{u^2}\right] + \frac{3S.u'^3}{2u^4}.\left[s + s.\cos.(2v - 2v') - \frac{ds}{dv}.\sin.(2v - 2v') - 2s'.\cos.(v - v')\right].$$

La valeur de s' est, par la théorie des planètes, de la forme $\lambda'.\,sin.\,(v'-\theta')$, λ' et θ' variant avec une extrême lenteur. Soit donc $s=\lambda'.\,sin.\,(v-\theta')+s_{1}$; on aura, en négligeant les quantités multipliées par $\frac{d\lambda'}{dv}$ et $\frac{d\theta'}{dv}$,

$$\frac{dds}{dv^2}+s=\frac{dds_{1}}{dv^2}+s_{1};$$

$$s+s.cos.(2v-2v')-\frac{ds}{dv}.sin.(2v-2v')-2s'.cos.(2v-2v')$$
$$=s_{1}+s_{1}.cos.(2v-2v')-\frac{ds_{1}}{dv}.sin.(2v-2v');$$

l'équation différentielle en s deviendra ainsi,

$$o=\left(\frac{dds_{1}}{dv^2}+s_{1}\right).\left[1+\frac{2}{h^2}.\int\left(\frac{dR}{dv}\right).\frac{dv}{u^2}\right]$$
$$+\frac{3S.u'^3}{2h^2.u^4}.\left[s_{1}+s_{1}.cos.(2v-2v')\right.$$
$$\left.-\frac{ds_{1}}{dv}.sin.(2v-2v')\right].$$

$\lambda'.\,sin.\,(v-\theta')$ seroit la latitude de la Lune au-dessus du plan fixe, en la supposant mue sur le plan de l'écliptique vraie; et s ou $\lambda'.\,sin.\,(v-\theta')+s_{1}$, est sa latitude au-dessus du plan fixe : s_{1} est donc, à très-peu près, sa latitude au-dessus du plan de l'écliptique vraie. Supposons, comme précédemment, $s_{1}=\lambda.\,sin.\,(gv-\theta)$, le terme

$$\frac{3S.u'^3}{2h^2.u^4}.\left[s_{1}+s_{1}.cos.(2v-2v_{1})-\frac{ds_{1}}{dv}.sin.(2v-2v')\right]$$

devient

$$\frac{3m^2\lambda}{2}.\left\{\begin{array}{l}(1+\frac{3}{2}.e'^2).\,sin.\,(gv-\theta)\\ -(1-\frac{5}{2}e'^2).\,sin.\,(2v-2mv-gv+\theta)\\ -\frac{3}{2}e'.\,sin.\,(gv+c'mv-\theta-\varpi')\\ -\frac{3}{2}e'.\,sin.\,(gv-c'mv-\theta+\varpi')\\ -\frac{1}{2}e'.\,sin.\,(2v-2mv-gv+c'mv+\theta-\varpi')\\ +\frac{7}{2}e'.\,sin.\,(2v-2mv-gv-c'mv+\theta+\varpi')\\ +\text{ etc.}\end{array}\right\}.$$

Pour avoir la variation de ce terme, due à la force perturbatrice, nous supposerons s_1 égal à $\lambda.\,sin.\,(gv-\theta)$ $+\delta s_1$; δs_1 sera de la forme

$$\begin{array}{l}A^{(0)}.\,\lambda.\,sin.\,(2v-2mv-gv+\theta)\\ +A^{(1)}.\,\lambda e'.\,sin.\,(gv+c'mv-\theta-\varpi')\\ +A^{(2)}.\,\lambda e'.\,sin.\,(gv-c'mv-\theta+\varpi')\\ +A^{(3)}.\,\lambda e'.\,sin.\,(2v-2mv-gv+c'mv+\theta-\varpi')\\ +A^{(4)}.\,\lambda e'.\,sin.\,(2v-2mv-gv-c'mv+\theta+\varpi')\\ +\text{ etc.}\end{array}$$

Cela posé, la variation du terme précédent produira le terme

$$-\frac{3}{4}m^2.\left\{\begin{array}{l}(3-2m-g).(1-\frac{5}{2}e'^2).\,A^{(0)}\\ +3A^{(1)}.\,e'^2+3A^{(2)}.\,e'^2\\ +\frac{1}{2}.(3-m-g).\,A^{(3)}.\,e'^2\\ -\frac{7}{2}.(3-3m-g).\,A^{(4)}.\,e'^2\end{array}\right\}.\lambda.\,sin.\,(gv-\theta).$$

On verra ci-après que $A^{(1)}$ est à fort peu près égal à $-A^{(2)}$, ce qui réduit à zéro la quantité $3A^{(1)}.e'^2 + 3A^{(2)}.e'^2$. De plus si l'on néglige la force perturbatrice, on a $o = \frac{dds_1}{dv^2} + s_1$; et si, parmi les termes de δs_1 on ne conserve que ceux dans lesquels le coefficient de v diffère peu de l'unité, on a, à fort peu près, $o = \frac{dd\delta s_1}{dv^2} + \delta s_1$. On peut donc négliger ici le terme $\left(\frac{dds_1}{dv^2} + s_1\right).2\int\left(\frac{dR}{dv}\right).\frac{dv}{u^2}$: l'équation différentielle en s_1 deviendra ainsi

$$o = \frac{dds_1}{dv^2} + s_1$$

$$+\frac{3}{2}m^2.\left\{\begin{array}{l} 1+\frac{3}{2}e'^2 - \frac{1}{2}.(3-2m-g).(1-\frac{5}{2}e'^2).A^{(0)} \\ -\frac{1}{4}.(3-m-g).A^{(3)}.e'^2 \\ +\frac{7}{4}.(3-3m-g).A^{(4)}.e'^2 \end{array}\right\}.\lambda.\sin.(gv-\theta)$$

$$-\frac{3m^2\lambda}{2}.\left\{\begin{array}{l} (1-\frac{5}{2}e'^2).\sin.(2v-2mv-gv+\theta) \\ +\frac{3}{2}e'.\sin.(gv+c'mv-\theta-\varpi') \\ +\frac{3}{2}e'.\sin.(gv-c'mv-\theta+\varpi') \\ +\frac{1}{2}e'.\sin.(2v-2mv-gv+c'mv+\theta-\varpi') \\ -\frac{7}{2}e'.\sin.(2v-2mv-gv-c'mv+\theta+\varpi') \\ +\text{etc.} \end{array}\right\}.$$

En intégrant cette équation différentielle, on trouvera

$$A^{(0)} = \frac{3m^2.(1-\frac{5}{2}e'^2)}{2.(2g+2m-2).(2-2m)}; \quad A^{(1)} = \frac{-gm^2}{4m.(2g+m)};$$

$$A^{(2)} = \frac{g\,m^2}{4m.(2g-m)}\,;\quad A^{(3)} = \frac{3\,m^2}{4.(2g+m-2).(2-m)}\,;$$

$$A^{(4)} = \frac{-21.\,m^2}{4.(2g+3m-2).(2-3m)}.$$

Si l'on y suppose ensuite $s_1 = \lambda.\,sin.\,(g\upsilon - \theta)$, en regardant λ et θ comme variables, et que l'on désigne par α' le coefficient de $\lambda.\,sin.\,(g\upsilon - \theta)$ dans cette même équation, la comparaison des coefficiens de $sin.\,(g\upsilon - \theta)$ et de $cos.\,(g\upsilon - \theta)$ donnera les deux équations suivantes :

$$o = \frac{d\,d\lambda}{d\upsilon^2} - \lambda.\left(g - \frac{d\theta}{d\upsilon}\right)^2 + \lambda.\,(1 + \alpha');$$

$$o = \frac{2.d\lambda}{d\upsilon}.\left(g - \frac{d\theta}{d\upsilon}\right) - \lambda.\,\frac{d\,d\theta}{d\upsilon^2}.$$

En intégrant cette dernière équation, on a

$$\lambda^2 = \frac{B}{g - \frac{d\theta}{d\upsilon}};$$

B étant une constante arbitraire. L'inclinaison de l'orbe lunaire à l'écliptique vraie n'est donc pas rigoureusement constante; mais sa variation est insensible, et n'influe point sensiblement sur les équations séculaires de la Lune. On a ensuite, à fort peu près,

$$g - \frac{d\theta}{d\upsilon} = 1 + \frac{1}{2}\,\alpha' + \frac{d\,d\lambda}{2\lambda.\,d\upsilon^2}.$$

On peut négliger $\frac{d\,d\lambda}{2\lambda.\,d\upsilon^2}$ par rapport à $\frac{d\theta}{d\upsilon}$. Si l'on suppose ensuite que g exprime la partie constante de

$1 + \frac{1}{2}\alpha'$, et que $\frac{3}{2}\,\text{б}'.\,m^2$ soit le coefficient de e'^2 dans α', on aura

$$\theta = constante - \frac{3}{2}\,\text{б}'\,m^2.\int e'^2\,dt;$$

en sorte que le mouvement du nœud est assujetti à une équation séculaire additive à sa longitude moyenne, et égale à $\text{б}'E$, $\text{б}'$ étant égal à

$$\frac{3}{4} + \frac{15.\,m^2.\,(3-2m-g)}{8.\,(2g+2m-2).\,(2-2m)} - \frac{3\,m^2.\,(3-m-g)}{32.\,(2g+m-2).\,(2-m)} - \frac{147.\,m^2.\,(3-3m-g)}{32.\,(2g+3m-2).\,(2-3m)}.$$

Nous devons ici faire une remarque importante. On a négligé précédemment les termes multipliés par $\left(\frac{d\lambda'}{dv}\right).\,cos.\,(v-\theta')$, et par $\lambda'.\left(\frac{d\theta'}{dv}\right).\,sin.\,(v-\theta')$; il faut prouver que l'on peut négliger ces termes, sans crainte d'erreur sensible. Soit $\varepsilon\lambda'.\left(\frac{d\theta'}{dv}\right).\,sin.\,(v-\theta)$ un de ces termes, et conservons-le dans l'équation différentielle en s_1; elle devient, en n'ayant égard qu'à ce terme,

$$o = \frac{dds_1}{dv^2} + s_1 + \alpha'\lambda.\,sin.\,(gv-\theta) + \varepsilon\lambda'.\left(\frac{d\theta'}{dv}\right).\,sin.\,(v-\theta').$$

En supposant, dans cette équation, $g = 1$, $\theta = \theta'$, et $s_1 = \lambda.\,sin.\,(v-\theta')$, on aura

$$o = \left[(1+\alpha')\lambda - \left(1-\frac{d\theta'}{dv}\right)^2.\lambda + \frac{dd\lambda}{dv^2} + \varepsilon.\left(\frac{d\theta'}{dv}\right).\lambda'\right].\,sin.\,(v-\theta')$$
$$+ \left[2\left(\frac{d\lambda}{dv}\right).\left(1-\frac{d\theta'}{dv}\right) - \lambda.\frac{dd\theta'}{dv^2}\right].\,cos.\,(v-\theta').$$

Si l'on compare séparément à zéro le coefficient de *sin.* $(v - \theta')$, on aura, à fort peu près,

$$\lambda = -\frac{\varepsilon . \frac{d\theta'}{dv} . \lambda'}{\alpha' + \frac{2d\theta'}{dv}};$$

or α' est incomparablement plus grand que $\frac{d\theta'}{dv}$, parce que la période du mouvement des nœuds de la Lune est incomparablement plus courte que celle des nœuds de l'orbite terrestre sur le plan fixe : λ est donc beaucoup moindre que λ', et le terme $\varepsilon . \left(\frac{d\theta'}{dv}\right) . \lambda . sin. (v - \theta')$ n'ajoute qu'un terme insensible à la valeur de s_1. Il en est de même du terme $\varepsilon . \frac{d\lambda'}{dv} . cos. (v - \theta')$ et des autres termes semblables. La rapidité du mouvement des nœuds de l'orbe lunaire les fait tous disparoître, à fort peu près, de la valeur de s_1, et maintient l'inclinaison moyenne de cet orbe à l'écliptique vraie, toujours la même. La petitesse de cette valeur de λ rend insensible et permet de négliger, dans l'équation différentielle précédente, le terme multiplié par *cos.* $(v - \theta')$.

Déterminons présentement la valeur numérique de β'. Les observations donnent

$$g = 1{,}00402185353;$$

d'où l'on tire $\beta' = 0{,}6997598$. L'équation séculaire du mouvement des nœuds est donc, à fort peu près, sept dixièmes de celle du moyen mouvement de la Lune.

X.

Il résulte de l'analyse précédente :

1°. Que le moyen mouvement de la Lune est assujetti à une équation séculaire E additive à sa longitude moyenne ;

2°. Que le mouvement de son apogée est assujetti à une équation séculaire soustractive de sa longitude moyenne, et égale à 3,3. E, et qu'ainsi l'équation séculaire de l'anomalie de la Lune est égale à 4,3. E, et additive ;

3°. Que le mouvement des nœuds de l'orbite lunaire est assujetti à une équation séculaire additive à leur longitude moyenne, et égale à 0,7. E, et qu'ainsi la distance moyenne de la Lune à son nœud ascendant est assujettie à une équation séculaire additive, et égale à 0,3. E;

4°. Que la parallaxe moyenne de la Lune est soumise à une variation séculaire qui, par l'article VI, est égale à la variation séculaire du produit de $-\frac{3}{4}m^2 e'^2$ par 57′, valeur moyenne de cette parallaxe. Dans les cas extrêmes, la variation de ce produit ne surpasse pas une demi-seconde : elle est donc insensible, et l'on peut regarder la parallaxe moyenne de la Lune, et sa moyenne distance à la Terre, comme des quantités constantes ;

5°. Que l'excentricité de l'orbe lunaire, et son inclinaison à l'écliptique vraie, sont assujetties à des

variations séculaires proportionnelles à celle de la parallaxe, et qui par conséquent seront toujours insensibles ; ce qui est conforme aux observations.

Il nous reste à déterminer la valeur numérique de E. Je l'ai calculée dans les *Mémoires de l'Académie des sciences* pour l'année 1786, en partant des hypothèses les plus vraisemblables sur les masses de Vénus et de Mars, et l'on a vu précédemment avec quelle précision cette valeur satisfait aux observations anciennes. Si l'on nomme i le nombre des siècles écoulés depuis le commencement de 1700, j'ai trouvé

$$E = 11'',135 . i^2 + 0'',04398 . i^3 + \text{etc.} ;$$

la valeur de i devant être supposée négative pour les siècles antérieurs à 1700. Les deux premiers termes de cette série suffisent relativement aux plus anciennes observations, et je ne vois jusqu'à présent aucun changement à faire à cette expression de E.

X I.

DÉTERMINONS présentement les altérations produites par la résistance de l'éther. x', y', z', étant les coordonnées de la Terre rapportées au centre du Soleil, et x, y, z, étant celles de la Lune rapportées au centre de la Terre ; la vîtesse absolue de la Lune autour du Soleil sera

$$\frac{\sqrt{(dx'+dx)^2+(dy'+dy)^2+(dz'+dz)^2}}{dt} .$$

Supposons que la résistance qu'elle éprouve, soit proportionnelle au carré de cette vîtesse, et qu'ainsi elle soit exprimée par

$$K.\frac{[(dx'+dx)^2+(dy'+dy)^2+(dz'+dz)^2]}{dt^2}.$$

En la décomposant parallèlement aux axes des x, des y et des z, elle produira les trois forces suivantes,

$$-K.\frac{(dx'+dx)}{dt^2}.\sqrt{(dx'+dx)^2+(dy'+dy)^2+(dz'+dz)^2};$$

$$-K.\frac{(dy'+dy)}{dt^2}.\sqrt{(dx'+dx)^2+(dy'+dy)^2+(dz'+dz)^2};$$

$$-K.\frac{(dz'+dz)}{dt^2}.\sqrt{(dx'+dx)^2+(dy'+dy)^2+(dz'+dz)^2}.$$

Mais comme la Terre est supposée immobile dans la théorie lunaire, il faut transporter en sens contraire à la Lune la résistance que la Terre éprouve, et qui, décomposée parallèlement aux mêmes axes, donne les trois forces

$$-K'.\frac{dx'}{dt^2}.\sqrt{dx'^2+dy'^2+dz'^2};$$

$$-K'.\frac{dy'}{dt^2}.\sqrt{dx'^2+dy'^2+dz'^2};$$

$$-K'.\frac{dz'}{dt^2}.\sqrt{dx'^2+dy'^2+dz'^2};$$

K' étant un coefficient différent de K, et qui dépend de la résistance éprouvée par la Terre : les quantités $\left(\frac{dR}{dx}\right)$, $\left(\frac{dR}{dy}\right)$ et $\left(\frac{dR}{dz}\right)$ de l'article premier seront donc, en n'ayant égard qu'à ces résistances,

$$\left(\frac{dR}{dx}\right)=\frac{K'.dx'}{dt^2}.\sqrt{dx'^2+dy'^2+dz'^2}$$
$$-\frac{K.(dx'+dx)}{dt^2}.\sqrt{(dx'+dx)^2+(dy'+dy)^2+(dz'+dz)^2};$$
$$\left(\frac{dR}{dy}\right)=\frac{K'.dy'}{dt^2}.\sqrt{dx'^2+dy'^2+dz'^2}$$
$$-\frac{(K.dy'+dy)}{dt^2}.\sqrt{(dx'+dx)^2+(dy'+dy)^2+(dz'+dz)^2};$$
$$\left(\frac{dR}{dz}\right)=\frac{K'.dz'}{dt^2}.\sqrt{dx'^2+dy'^2+dz'^2}$$
$$-\frac{K.(dz'+dz)}{dt^2}.\sqrt{(dx'+dx)^2+(dy'+dy)^2+(dz'+dz)^2}.$$

Pour simplifier ces valeurs, nous observerons que dx, dy, dz, sont très-petits relativement à dx', dy' et dz'. En faisant donc $ds'=\sqrt{dx'^2+dy'^2+dz'^2}$, et prenant pour le plan des x et des y celui de l'écliptique vraie, ce qui rend dz' nul, on aura

$$\left(\frac{dR}{dx}\right)=\frac{(K'-K).ds'.dx'}{dt^2}-\frac{K.ds'dx}{dt^2}-\frac{K.(dx'dx+dy'dy)}{dt^2}.\frac{dx'}{ds'};$$
$$\left(\frac{dR}{dy}\right)=\frac{(K'-K).ds'.dy'}{dt^2}-\frac{K.ds'dy}{dt^2}-\frac{K.(dx'dx+dy'dy)}{dt^2}.\frac{dy'}{ds'};$$
$$\left(\frac{dR}{dz}\right)=-\frac{K.ds'.dz}{dt^2}.$$

or on a par l'article premier,

$$-\left(\frac{dR}{du}\right)-\frac{s}{u}.\left(\frac{dR}{ds}\right)=\frac{1}{u}.\left[x.\left(\frac{dR}{dx}\right)+y.\left(\frac{dR}{dy}\right)\right];$$
$$\left(\frac{dR}{dv}\right)=x.\left(\frac{dR}{dy}\right)-y.\left(\frac{dR}{dx}\right);$$
$$\left(\frac{dR}{ds}\right)=\frac{1}{u}.\left(\frac{dR}{dz}\right);$$

d'où l'on tire, en négligeant l'excentricité de l'orbe terrestre,

$$-\left(\frac{dR}{du}\right)-\frac{s}{u}.\left(\frac{dR}{ds}\right)=\frac{(K'-K).dv'^2}{u^2.u'^2.dt^2}.\,sin.\,(v-v')+\frac{K.dv'du}{u^4.\,u'.dt^2}$$
$$-\frac{K.dv'dv}{2u^3.u'.dt^2}.sin.(2v-2v')+\frac{K.dv'du}{u^4.u'.dt^2}.sin.(v-v')^2;$$

$$\left(\frac{dR}{dv}\right)=\frac{(K'-K).dv'^2}{u.u'^2.dt^2}.\,cos.(v-v')-\frac{K.dv.dv'}{u^2.u'.dt^2}$$
$$-\frac{K.dv'.dv}{u^2.u'.dt^2}.cos.(v-v')^2+\frac{K.dv'.du}{2u^3.u'.dt^2}.sin.(2v-2v');$$

$$\left(\frac{dR}{ds}\right)=\frac{Ks.dv'.du}{u^3.u'.dt^2}-\frac{K.dv'.ds}{u^2.u'.dt^2}.$$

L'équation (f) de l'article premier donnera donc, en négligeant les carrés de l'inclinaison et de l'excentricité de l'orbe lunaire, et en substituant pour dt sa valeur trouvée dans le même article,

$$o=\frac{ddu}{dv^2}+u-\frac{1}{h^2+2\int\left(\frac{dR}{dv}\right).\frac{dv}{u^2}}$$
$$+(K'-K).\frac{u^2.dv'^2}{u'^2.dv^2}.\,sin.\,(v-v')$$
$$+(K'-K).\frac{udu.dv'^2}{u'^2.dv^3}.\,cos.\,(v-v')$$
$$-\frac{K.udv'}{2u'.dv}.sin.(2v-2v')-\frac{K.du.dv'}{u'.dv^2}.cos.(2v-2v').$$

On a ensuite, en observant que l'on peut substituer $\frac{dv}{hu^2}$ au lieu de dt, et $m\,dv+2me\,dv.\,cos.\,(v-\varpi)$ au lieu de dv',

$$\int\left(\frac{dR}{dv}\right).\frac{dv}{u^2}=\int(K'-K).\frac{m^2h^2u\,dv}{u'^2}.[1+4e.cos.(v-\varpi)].cos.(v-v')$$
$$-\int\frac{3}{2}Kmh^2.\frac{dv}{u'}.[1+2e.\,cos.\,(v-\varpi')]+\text{etc.}$$

La valeur de K n'est pas constante : si l'on suppose la

densité de l'éther proportionnelle à une fonction de la distance au Soleil, en nommant $\varphi\,(r)$ cette fonction pour une distance r, elle sera, relativement à la Lune, $\varphi\left(\frac{1}{u'}\right)+\frac{1}{u}.\,\varphi'\left(\frac{1}{u'}\right).\,cos.\,(v-v')$; $\varphi'\,(r)$ étant la différentielle de $\varphi\,(r)$ divisée par dr : c'est la valeur qu'il faut substituer pour K, et alors on a, en ne conservant parmi les quantités périodiques, que celles qui dépendent de l'angle $v-\varpi$,

$$\int\left(\frac{dR}{dv}\right).\frac{dv}{u^2}=-\frac{h^2.mv}{2}.\left[\frac{3}{u'}.\varphi\left(\frac{1}{u'}\right)+\frac{m}{u'^2}.\varphi'\left(\frac{1}{u'}\right)\right]$$
$$-\left[\frac{3}{u'}.\varphi\left(\frac{1}{u'}\right)+\frac{2m}{u'^2}.\varphi'\left(\frac{1}{u'}\right)\right].mh^2e.sin.(v-\varpi).$$

En supposant donc

$$\alpha=\frac{3m}{2u'}.\varphi\left(\frac{1}{u'}\right)+\frac{m^2}{2u'^2}.\varphi'\left(\frac{1}{u'}\right);$$
$$\beta=\frac{6m}{u'}.\varphi\left(\frac{1}{u'}\right)+\frac{9m^2}{2u'^2}.\varphi'\left(\frac{1}{u'}\right);$$

l'équation différentielle en u donnera

$$o=\frac{ddu}{dv^2}+u-\frac{1}{h^2}.(1+2\alpha v)-\frac{e\beta}{h^2}.sin.(v-\varpi);$$

d'où l'on tire, en intégrant,

$$u=\frac{1}{h^2}.(1+2\alpha v)-\frac{e}{h^2}.(1+\tfrac{1}{2}\beta v).cos.(v-\varpi).$$

On voit ainsi que la résistance de l'éther ne produit point d'équation sensible dans le mouvement de l'apogée; elle ne produit qu'une très-petite altération dans l'excentricité de l'orbite.

Pour déterminer la variation qui en résulte dans le

moyen mouvement de la Lune, reprenons l'expression de dt de l'article premier; expression qui devient, à fort peu près,

$$dt = \frac{dv}{hu^2} \cdot \left[1 - \frac{1}{h^2} \cdot \int \left(\frac{dR}{dv}\right) \cdot \frac{dv}{u^2}\right].$$

En y substituant, pour u et pour $\int \left(\frac{dR}{dv}\right) \cdot \frac{dv}{u^2}$, leurs valeurs précédentes, on aura, à très-peu près,

$$dt = h^3 \,.\, dv \,.\, (1 - 3\alpha v + \text{etc.});$$

et par conséquent

$$t = h^3 \,.\, (v - \tfrac{3}{2} \alpha v^2 + \text{etc.});$$

d'où l'on tire

$$v = \frac{t}{h^3} + \frac{3\alpha t^2}{2h^6}.$$

Le mouvement de la Lune est donc assujetti, par la résistance de l'éther, à une équation séculaire proportionnelle au carré du temps.

L'équation (g) de l'article premier donne

$$o = \frac{dds}{dv^2} + s - \epsilon' \,.\, \frac{ds}{dv} + \text{etc.}$$

ϵ' étant égal à

$$\frac{m'}{2u'} \,.\, \varphi\left(\frac{1}{u'}\right) + \frac{m'^2}{2u'^2} \,.\, \varphi'\left(\frac{1}{u'}\right);$$

en intégrant, on aura

$$s = \lambda \,.\, (1 + \tfrac{\epsilon'}{2} \,.\, v) \,.\, sin.\,(v - \theta),$$

λ et θ étant deux arbitraires. Le mouvement des nœuds

de la Lune n'est donc assujetti, par la résistance de l'éther, à aucune équation séculaire; mais l'inclinaison de l'orbite éprouve une légère altération par cette résistance.

Si l'on soumet à la même analyse les variations séculaires produites par la transmission successive de la gravité, on trouvera que ces variations ne peuvent être sensibles que dans le moyen mouvement de la Lune, et qu'elles n'altèrent ni le mouvement de l'apogée ni celui des nœuds. Ces deux mouvemens offrent donc un moyen simple de reconnoître la véritable cause à laquelle on doit attribuer l'équation séculaire de la Lune : car s'ils varient sensiblement de siècle en siècle, il en résulte que cette équation n'est due ni à la résistance de l'éther, ni à la transmission successive de la gravité ; et si les altérations des trois mouvemens de la Lune par rapport au Soleil, à son apogée et à ses nœuds, sont telles que l'exige la loi de la pesanteur, elles n'ont point évidemment d'autre cause. Or, en comparant à nos tables cinquante-deux éclipses observées par les Chaldéens, les Grecs et les Arabes, et dont vingt-cinq viennent d'être connues par les soins du citoyen Caussin, le citoyen Bouvard a trouvé 8′ pour la correction du mouvement séculaire de l'anomalie de la Lune. Cette correction, confirmée par les époques et les moyens mouvemens des tables de Ptolémée et des Arabes, dépend, à la vérité, de l'équation séculaire de l'anomalie, dont il a fait usage d'après la théorie précédente ; mais on a vu que la comparaison d'un très-grand nombre

d'observations de Lahire, Flamsteed, Bradley et Maskelyne, donne à très-peu près la même correction. Un accord aussi remarquable établit incontestablement, 1°. l'existence de l'équation séculaire de l'anomalie de la Lune; 2°. l'approximation de la valeur que je lui ai assignée, et de l'analyse qui m'y a conduit; 3°. enfin, que les équations séculaires de la Lune ont uniquement pour cause la variation de l'excentricité de l'orbe terrestre.

MÉMOIRE

Sur la comparaison et la différence de la strontiane et de la barite,

Par les citoyens FOURCROY et VAUQUELIN.

Lu le cinquième jour complémentaire an 4.

DANS un mémoire lu en floréal dernier à l'Institut sur les propriétés de la barite pure et sur ses analogies avec la strontiane, nous avions dit que nous étions portés à croire que ces deux terres étoient de la même nature. Les rapprochemens que les citoyens Pelletier et Coquebert avoient faits entre les qualités de l'une et celles de l'autre terre nous avoient conduits, en même temps que les propriétés nouvelles que nous avions trouvées à la barite, et qui la rapprochoient singulièrement de la strontiane, à regarder ces deux terres comme une seule et même espèce; et en effet deux substances terreuses, qui paroissoient se comporter de même au feu, avoir la même saveur âcre, et sur-tout la même cristallisabilité, sembloient se confondre, et nous étions persuadés alors qu'il n'y avoit point assez de différences entre elles pour les distinguer: mais le mémoire lu, depuis celui du citoyen Coquebert, par

le citoyen Pelletier, et la distinction qu'il établit entre ces deux terres, nous avoient assez frappés pour nous engager à suspendre notre jugement à cet égard jusqu'à ce que nous eussions eu l'occasion d'examiner de la strontiane; occasion qui nous avoit manqué jusque-là, comme nous l'avions dit à la fin de notre dernier mémoire, et qui nous avoit empêchés de prononcer définitivement. Ne pouvant pas nous procurer à Paris de la strontianite ou du carbonate de strontiane natif examiné par M. Klaproth, notre collègue Van-Mons a bien voulu nous en faire parvenir 6.84 grammes, ou 130 grains, de la part de M. Gren, chimiste à Hall; et, quoique cette quantité soit petite, elle nous a suffi pour faire des essais comparatifs sur cette terre et sur la witherite, ou le carbonate de barite natif d'Anglezark en Lancashire.

Sans obtenir parfaitement identiques tous les résultats annoncés par M. Klaproth, nous avons trouvé le plus grand nombre de ses expériences extrêmement exactes, comme cela nous est arrivé dans plusieurs autres analyses; et c'est un témoignage que nous aimons à rendre à cet habile chimiste : mais nous avons aussi obtenu quelques résultats différens; ces différences mêmes ont servi à nous convaincre de plus en plus qu'en effet la strontiane différoit réellement ou essentiellement de la barite, et que, malgré plusieurs analogies très-singulières, et qui avoient été assez fortes pour nous séduire pendant quelque temps, la somme de ses différences étoit assez grande pour l'emporter sur

celle de ses ressemblances. C'est ainsi que des expériences faites avec soin doivent établir un accord parfait entre les chimistes qui interrogent la nature par la seule voie qui puisse leur faire obtenir des notions exactes sur ses productions. Pour qu'il ne reste plus de doutes sur ce point, nous décrivons ici les expériences que nous avons faites, toujours comparatives, soit pour les doses, soit pour la manière d'opérer, sur le carbonate de barite et sur le carbonate de strontiane.

1°. Le carbonate de strontiane nous ayant été envoyé sous la forme de poussière, ou de petits fragmens inégaux et *étonnés* ou fendillés dans toutes leurs parties, il nous a été impossible de comparer sa pesanteur spécifique à celle du carbonate de barite.

2°. Le carbonate de strontiane présente dans son tissu une demi-transparence comme le carbonate de barite; mais il a une nuance verte claire que n'a point ce dernier.

3°. Il n'y a ni saveur ni odeur sensibles dans les deux sels pierreux.

4°. L'action du calorique seul ne les décompose ni l'un ni l'autre, à moins qu'on ne les chauffe fortement dans une brasque épaisse de charbon. Tous deux alors perdent leur acide et leur eau, et passent à l'état de strontiane et de barite caustiques, comme le citoyen Pelletier l'a dit dans son mémoire.

5°. Le carbonate de strontiane se dissout dans les acides minéraux avec effervescence, comme celui de

barite; mais ce dernier exige que les acides soient étendus d'eau, et le premier se dissout mieux dans les acides concentrés.

6°. Le carbonate de strontiane exige à peu près $\frac{1}{27} = 0.037$ de plus du même acide muriatique que celui de barite pour se dissoudre. L'analyse de l'un et de l'autre par cet acide, c'est-à-dire la quantité de gaz qui se sépare dans leur dissolution comparée, donne pour résultat de leur composition:

Dans le carbonate de strontiane	strontiane	0.69
	acide carbonique	0.31
		1.00
Dans le carbonate de barite	barite	0.84
	acide carbonique	0.16
		1.00

7°. La dissolution muriatique de strontiane ne cristallise point pendant l'évaporation. Lorsqu'on la laisse refroidir, après l'avoir suffisamment évaporée, elle dépose, par le refroidissement, de longues aiguilles brillantes, qui sont des prismes à six pans, terminés par des pyramides. Ces prismes se divisent parallèlement à leurs pans. Lorsqu'on évapore trop la dissolution, elle forme ou des paillettes brillantes par le refroidissement, ou une masse épaisse qu'on ne peut dessécher qu'avec difficulté.

La dissolution muriatique de barite cristallise par les progrès mêmes de l'évaporation, comme par le

refroidissement : ses cristaux sont des lames hexagones à biseaux ; sa dissolution se dessèche en cristaux irréguliers plutôt que de s'épaissir en un *magma* gélatineux, comme celle de la strontiane.

8°. Le muriate de strontiane demande, pour se dissoudre, à peine deux parties d'eau à douze ou quatorze degrés du thermomètre de Réaumur, tandis que celui de barite en exige au moins trois parties.

9°. Les deux muriates, traités au chalumeau, décrépitent légèrement, se fondent en verres transparens tant qu'ils sont en fusion, qui s'étalent ensuite sur le charbon, et deviennent opaques en refroidissant. Ni l'un ni l'autre ne sont décomposés par l'action du feu.

10°. Le muriate de strontiane est très-dissoluble dans l'alcool ; cette dissolution brûle avec une belle flamme purpurine. Le muriate de barite est peu dissoluble dans l'alcool, et cette foible dissolution brûle avec une flamme jaune verdâtre. Cette propriété a déja été décrite par plusieurs chimistes, et sur-tout par le citoyen Pelletier.

11°. La dissolution de muriate de strontiane est précipitée par les alcalis caustiques ; le précipité est de la strontiane caustique et cristallisée. Le muriate de barite n'est pas décomposé par les alcalis purs. Il faut, pour réussir dans cette expérience, prendre des alcalis entièrement exempts de sulfates, dont la présence feroit attribuer aux alcalis ce qui ne leur appartient pas. La différence de ce résultat entre les deux bases terreuses que nous comparons, est une des plus saillantes, et une

de celles qui doivent le plus caractériser chacune d'elles comme une substance particulière. M. Hope a déja fait la même remarque sur l'attraction élective de la strontiane.

12°. Le muriate de strontiane, dissous dans l'eau, est complétement décomposé par la dissolution de barite; la strontiane en est précipitée sous la forme de flocons; la liqueur retient en dissolution du muriate de barite, qui ne donne ensuite aucune apparence de précipité par les alcalis. Ici l'on ne peut élever aucun doute sur la différence des deux terres, puisque l'une a plus d'attraction que l'autre pour l'acide muriatique. Pour éviter toute équivoque, l'essai fait sur le muriate de barite avec la dissolution de cette terre ne donne aucun précipité. D'ailleurs celui qui est formé dans le muriate de strontiane est bien réellement cette dernière terre, et la liqueur surnageante est également du muriate de barite. M. Hope avoit vu la même décomposition des sels de strontiane par la barite.

13°. Le nitrate de strontiane cristallise en octaèdres comme le nitrate de barite. Le premier, décomposé par le feu, laisse la strontiane pure, et donne beaucoup de vapeur nitreuse; le second, en laissant la barite pure, donne beaucoup de gaz oxigène et peu de vapeur nitreuse. Cette différence de produit tient à celle des attractions de chaque base pour l'acide nitrique : la terre qui y adhère le plus, doit favoriser davantage la décomposition de l'acide; et c'est ce que fait la barite.

14°. Le nitrate de strontiane ne demande que trois à quatre parties d'eau à douze degrés pour se dissoudre;

celui de barite en exige au moins dix à douze parties. Le premier, comme le second, est moins dissoluble que le muriate : de là vient que de l'acide nitrique concentré, versé dans une dissolution de muriate de strontiane ou de barite, forme à l'instant même un dépôt qui n'est que du nitrate à l'une ou l'autre base ; ce qui prouve en même temps que ces terres ont plus d'attraction pour l'acide nitrique que pour l'acide muriatique.

15°. La strontiane pure, extraite du nitrate de strontiane décomposé par la distillation, est, comme la barite obtenue par le même procédé, sous la forme de fragmens d'une couleur grise verdâtre, sur-tout aux surfaces qui touchoient à la cornue. Leur saveur est âcre et presque caustique ; celle de la strontiane est moins forte que celle de la barite. La première, chauffée au chalumeau sur un charbon, ne se fond point, mais se pénètre et brille d'une flamme si vive, que l'œil n'en peut soutenir l'éclat. La barite traitée de même se fond en un globule, transparent tant qu'il est en fusion, et opaque quand il est refroidi ; elle n'est point ardente et lumineuse sous la flamme du chalumeau, comme la strontiane. La plupart de ces propriétés ont été décrites par MM. Hope, Klaproth et Pelletier.

16°. La strontiane caustique, comme la barite pure, fuse et s'échauffe rapidement avec l'eau ; et si l'on n'a employé que peu de ce liquide, toutes deux se durcissent également, et se divisent ensuite à l'air, dont elles absorbent l'acide carbonique. La strontiane exige

environ soixante parties d'eau à dix degrés pour se dissoudre; la barite n'en demande que vingt : l'une et l'autre se dissolvent bien plus abondamment dans l'eau bouillante, et cristallisent par le refroidissement; la forme de l'une et de l'autre, qui n'a point encore été déterminée exactement, offre des prismes ou aiguilles inégales dans leur longueur, et dans chacune desquelles on n'apperçoit point de différence sensible.

17°. La dissolution de strontiane, comme celle de barite, enlève l'acide carbonique aux alcalis, et précipite les dissolutions de carbonates alcalins. Elle décompose les sels calcaires comme la barite le fait; comme celle-ci, elle dégage l'ammoniaque des acides.

18°. La dissolution de strontiane est précipitée par l'acide oxalique; un excès de cet acide ne dissout pas le précipité. L'oxalate de barite est soluble dans l'acide oxalique, et s'en sépare ensuite sous la forme aiguillée.

19°. La dissolution de strontiane est précipitée par l'acide phosphorique, dont un excès rend le sel dissoluble. Le même phénomène a lieu avec la dissolution de barite.

20°. Le sulfate de strontiane, aussi peu dissoluble que celui de barite, le devient un peu par un excès d'acide sulfurique; ce qui n'arrive point au sulfate de barite.

21°. Le prussiate de mercure produit dans la dissolution de strontiane un dépôt blanc très-abondant, et ne produit pas le même effet dans celle de barite.

22°. L'acide gallique ne donne aucun précipité dans

la dissolution de strontiane; celle de barite en donne un verdâtre par cet acide.

Il résulte de toutes ces expériences comparatives que la strontiane diffère de la barite par un plus grand nombre de propriétés qu'elle n'en a par lesquelles elle lui ressemble; et que si elle s'en rapproche par la saveur, la forme, la cristallisabilité, ainsi que par celles de plusieurs de ses combinaisons salines, elle s'en éloigne beaucoup davantage par son infusibilité au chalumeau, sa dissolubilité moindre, par les propriétés de la plupart des composés salins qu'elle forme avec les acides, et sur-tout par l'ordre de ses attractions qui la placent au-dessous de la barite, des alcalis fixes, et immédiatement avant la chaux. On doit donc regarder, avec MM. Klaproth et Hope, la strontiane comme une terre particulière, qui a ses caractères très-distinctifs, et qui pourra quelque jour servir à des usages utiles et différens de ceux auxquels on emploie les autres terres.

Il est très-remarquable d'ailleurs, d'après les observations du citoyen Pelletier, que la barite soit un poison très-violent, tandis que la strontiane ne paroît point agir sur les animaux d'une manière dangereuse.

OBSERVATIONS

Sur la nature et sur le traitement des fièvres qui règnent souvent en France pendant l'automne, qui ont été et qui sont encore très-meurtrières dans la Vendée,

Par le citoyen Portal.

Lu le 11 ventose an 4.

Voila déja près de deux ans que je vois arriver à Paris des malades venant de la Vendée, principalement des défenseurs de la patrie, avec un genre de fièvre si fâcheux, que la plupart en périssent, plus ou moins vîte, selon qu'il y a plus de temps qu'ils sont malades, qu'ils sont plus vivement affectés, ou qu'ils ont été plus ou moins mal traités.

Ces malades ont été très-nombreux il y a environ dix-huit mois ; et, dans ces derniers temps d'automne pluvieux, il y en a eu encore un grand nombre.

C'est ce qui me détermine à rendre compte des observations que j'ai recueillies sur la nature de cette maladie et sur le traitement qui lui convient le mieux.

Je rapporterai d'abord très-brièvement ce que j'ai observé dans le corps de quelques personnes qui en sont

mortes et dont j'ai pu faire l'ouverture ; je donnerai ensuite un précis du traitement que j'ai conseillé à plusieurs malades qui sont guéris.

Le citoyen Lesne, neveu du citoyen Lalande notre confrère, est le premier dont j'ai fait l'ouverture.

Livré à l'étude de l'astronomie par un penchant, pour ainsi dire, de famille, il y faisoit déja des progrès, et donnoit de grandes espérances pour l'avenir : mais, malgré son zèle pour une science aussi curieuse qu'utile, il crut devoir voler au secours de la patrie, lorsqu'il la vit menacée par les troubles de la Vendée.

A peine âgé de dix-neuf ans, il part dans le mois de mai de l'avant-dernière année, et fait un service très-pénible, tant par rapport aux fatigues de la guerre, que par rapport aux mauvais temps de l'automne, qui étoit très-humide.

Il ne put se garantir de la maladie régnante, de la fièvre *continue putride*, avec des redoublemens violens et très-irréguliers.

Un traitement qu'il suivit le mit dans une espèce de convalescence dont il profita pour retourner à Paris auprès de son oncle.

Le repos, le changement d'air, les bons alimens, paroissent d'abord le restaurer ; on conçoit sur son rétablissement des espérances qui ne sont pas de longue durée..... La fièvre se renouvelle ; elle est par fois continue, par fois irrégulièrement intermittente : les jambes s'enflent légèrement ; le visage se décolore de plus en plus, et prend la teinte d'un jaune verdâtre ; le

malade éprouve une faim dévorante ; il mange continuellement, et les plus mauvais alimens.

Cependant il se plaint d'une gêne douloureuse dans la région de l'estomac ; les hypocondres se tuméfient ; les urines deviennent rares et rouges ; le ventre se météorise ; l'infiltration des jambes et du bas-ventre augmente ; la respiration est plus embarrassée ; le pouls devient foible, irrégulier ; les évacuations par les selles sont fort variables, fétides, d'un jaune verdâtre, quelquefois *avec des tranchées*. Le jeune Lesne tombe dans la plus grande foiblesse, et meurt. Son oncle Lalande, toujours attentif aux progrès des sciences, persuadé que l'ouverture de ce corps pourroit donner des lumières aux médecins sur la nature et sur le traitement de la maladie de la Vendée, qui faisoit alors d'affreux ravages, desira non seulement que j'en fisse l'ouverture, mais encore qu'elle fût faite en présence de mes disciples, la plupart destinés par leur état au traitement des troupes de la nation.

Cette ouverture fut faite au collége de France, dans ma leçon du 2 nivose de l'an 2 de la République, par le citoyen Salmade, aide-anatomiste au Muséum national d'histoire naturelle.

Voici ce que l'on a trouvé :

Le corps étoit réduit au dernier degré de maigreur, et l'habitude extérieure étoit légèrement infiltrée ; le bas ventre contenoit un peu d'eau épanchée dans sa cavité : le foie étoit un peu plus volumineux que dans l'état naturel ; sa couleur étoit verdâtre, sur-tout vers

la vésicule du fiel, dont la bile, qui avoit transsudé à travers ses parois, avoit teint en une pareille couleur la partie du colon qui lui est contiguë.

La substance de ce viscère, coupée en divers endroits, étoit également verdâtre, et d'une texture granuleuse, inégalement compacte.

La vésicule du fiel contenoit beaucoup de bile verdâtre, très-fluide ; l'estomac étoit ample, et ses tuniques étoient blanches, comme si elles avoient long-temps macéré dans l'eau. Quoique ses vaisseaux sanguins fussent pleins d'un sang noir, et que sa cavité contînt une humeur filamenteuse noirâtre, les veines de l'épiploon, ainsi que celles du mésentère, étoient pleines de sang ; mais les cellules de la rate l'étoient bien davantage : ce viscère étoit gonflé, sans être dur ; ses *vaisseaux courts*, qui se répandent sur la grosse tubérosité de l'estomac, étoient très-gonflés de sang.

Les glandes du mésentère étoient pleines d'une humeur grisâtre, et les parois des intestins, comme celles de l'estomac, avoient une couleur aussi blanche que celles des personnes mortes d'une hydropisie ascite, avec cette différence cependant que leurs veines étoient pleines d'un sang noir et concret..... Les reins étoient plus gros qu'ils ne sont ordinairement, et la vessie étoit dans l'état naturel.

Il y avoit dans la poitrine un peu d'eau épanchée ; il y en avoit aussi dans le péricarde, et en plus grande quantité.

Les poumons adhéroient en quelques endroits à la

plèvre ; leur substance étoit dure, coriace et noirâtre ; les cavités du cœur paroissoient un peu dilatées, et contenoient des grumeaux de sang noir et concret.

On n'a rien trouvé dans le crâne qui n'ait paru dans l'état le plus naturel, à l'exception d'une très-légère infiltration dans le cerveau.

Le citoyen Jean-Pierre Broyer, âgé de trente-cinq ans, natif du canton de Bâle en Suisse, l'un des hommes les mieux faits et les plus vigoureux qu'on puisse voir, part en qualité de soldat volontaire pour la Vendée ; il y contracte, au commencement de l'automne, la maladie qui y régnoit. D'abord il éprouve une grande lassitude sans raison apparente ; ce qui l'empêche de faire ses exercices militaires. Il a du dégoût pour les alimens, des nausées avec une sensation douloureuse dans la région épigastrique ; des vomissemens surviennent, et ils sont assez fréquens. Le malade maigrit ; la fièvre s'allume, et devient continue, avec des redoublemens qui sont irréguliers. On le purge plusieurs fois, et on lui prescrit du quinquina à forte dose. La fièvre diminue et disparoît : le malade paroît se rétablir ; il retourne à Paris, où il jouit, pendant le premier mois, d'une foible santé qu'on regarde comme une convalescence. Cependant il éprouve quelques accès irréguliers de fièvre ; le dégoût pour les alimens revient ; les urines sont rares, rougeâtres ; les jambes s'enflent, le visage se bouffit, la respiration est un peu gênée, son pouls est très-embarrassé. J'ai occasion d'examiner par le tact les viscères du bas

ventre, que je trouvai très-gonflé et dur, sur-tout la région du foie. Il y avoit dans la région épigastrique une tumeur dure et rénitente qui s'enfonçoit sous l'hypocondre droit, et qu'on jugeoit bien être le foie lui-même qui étoit gonflé; on la sentoit aussi au-dessous des fausses côtes dans toute l'étendue du bord inférieur de l'hypocondre droit. Cependant l'enflure augmente, la respiration devient difficile de plus en plus, les urines sont plus rouges et moins abondantes, l'enflure devient plus considérable : le malade éprouve des crachemens abondans de sang; il en rend aussi par les selles, et meurt quelques jours après, quelques soins qu'en aient eus deux bons médecins, les citoyens Retz et Bocquillon.

Son corps a été porté dans l'amphithéâtre du collége de France, où il a été ouvert le 3 pluviose, an 2 de la République, en présence d'un très-grand nombre d'élèves.

L'habitude extérieure étoit tuméfiée, ce qui en augmentoit considérablement le volume; le scrotum étoit énormément gonflé par de l'eau; la cavité du bas ventre contenoit environ deux pintes d'eau d'une grande fétidité; l'épiploon, baigné dans ce liquide, étoit très-développé, chargé de graisse, mais d'une texture lâche, très-ramolli.

Le foie étoit beaucoup plus volumineux que dans l'état naturel; sa couleur étoit plus foncée, tirant sur le verd : la portion du foie qui est située dans la région épigastrique du lobe horizontal étoit considérablement

gonflée, et déprimoit l'estomac vers l'ombilic; c'étoit sans doute cette partie du foie gonflée, rénitente et dure, que j'avois distinguée par le tact en palpant le malade. Le reste du foie étoit aussi très-gonflé, et débordoit considérablement les fausses côtes droites : ce viscère avoit repoussé l'estomac vers le bas et à gauche par son excès de volume.

La substance étoit bien plus compacte qu'elle n'a coutume d'être : on eût cru, par la résistance qu'elle offroit au scalpel, couper un cartilage un peu ramolli. Sa dureté n'étoit pas par-tout également la même; il y avoit dans ce viscère des corps granuleux, grisâtres, qui résistoient davantage à l'instrument. La substance du foie étoit noirâtre, et imbibée d'une liqueur sanguinolente : la vésicule du fiel étoit très-gonflée, et pleine d'une bile noire; son extrémité rétrécie, qui aboutit au canal cystique, étoit oblitérée au point qu'on ne put évacuer la bile de la vésicule sans l'ouvrir avec le scalpel.

Les rameaux de la veine porte dans le mésentère, dans l'épiploon, dans la rate, étoient gonflés et pleins d'un sang noir.

La rate n'étoit pas de beaucoup plus volumineuse qu'à son ordinaire, mais elle étoit plus compacte; elle étoit encore plus dure que le foie, et par-tout d'une telle solidité, qu'on avoit peine à la couper: le scalpel faisoit autant de bruit que si on eût coupé un corps sablonneux.

L'estomac étoit beaucoup plus ample que dans l'état naturel : ses vaisseaux, sur-tout les courts, étoient

pleins d'un sang noir; il contenoit une humeur noirâtre et filamenteuse.

Le cardia étoit comprimé par la portion horizontale du foie, et la petite courbure, ou la supérieure de l'estomac, étoit repoussée vers le nombril, tandis que le petit lobe, et le lobe droit ou le grand, refouloient l'estomac à gauche; ce qui faisoit qu'il étoit beaucoup plus inférieur et plus à gauche qu'il ne devoit être. Le pylore étoit presque directement au-dessous du cardia: il étoit dur, gonflé et rétréci dans son contour.

Les vaisseaux mésentériques sanguins étoient pleins d'un sang noirâtre; la poitrine contenoit deux ou trois pintes d'eau, tant du côté droit que du côté gauche: le poumon, sur-tout celui du côté droit, étoit très-adhérent à la plèvre; la substance de ce viscère, tant d'un côté que de l'autre, étoit très-endurcie, compacte, et imbibée d'un sang noirâtre.

Le péricarde, qui étoit très-distendu, contenoit une grande quantité d'eau. Le cœur étoit beaucoup plus dilaté qu'il n'est ordinairement; chaque cavité contenoit beaucoup de sang noir et figé; la substance musculaire de cet organe étoit très-relâchée.

Le citoyen Gallias, âgé de trente-neuf ans, soldat volontaire de la République dans l'armée de la Vendée, d'une constitution assez robuste, mais fort adonné aux excès de la boisson, et sur-tout à celle de l'eau-de-vie, est atteint de la fièvre qui régnoit dans la Vendée, d'abord continue avec des redoublemens irréguliers, vomissant et rendant par les selles une grande quantité d'une eau

verdâtre très-amère, avec de fréquens hoquets et des douleurs de colique violentes, qui paroissoient être l'effet de l'irritation que la bile âcre exerçoit sur les intestins. Ces évacuations survinrent presque au début de la maladie, durèrent six à sept jours, et s'arrêtèrent ensuite assez rapidement. La fièvre toujours continue augmenta; les redoublemens furent et plus violens et plus longs ; le ventre devint plus dur, plus saillant. Cependant il y eut des rémissions considérables, bientôt de vraies intermissions : le malade parut être dans un meilleur état ; il reprit un peu de force, et revint à Paris. Mais, au lieu de soigner sa santé, il fait plusieurs excès dans le boire et dans le manger : il lui survient de nouveaux accès de fièvre, longs, violens, et fort irréguliers ; le ventre se gonfle de plus en plus, les urines diminuent, se suppriment ; le malade éprouve de vives douleurs dans la région abdominale, il a de fréquentes envies de vomir avec des hoquets. Tel étoit son état, lorsque je fus appelé, le 20 frimaire de l'an 2, par le comité de bienfaisance de la section de Marat, pour lui donner des soins. Le citoyen Gallias avoit alors la fièvre, et elle étoit continue, avec deux ou trois redoublemens par jour, très-irréguliers ; et comme les urines étoient presque entièrement supprimées, je lui prescrivis des diurétiques, et je préférai celui qui pouvoit plus facilement passer dans l'estomac du malade, qui avoit de fréquens vomissemens et des hoquets.

Je lui prescrivis une infusion de cerfeuil, à la dose de trois verres passés sur cent cloportes écrasés en vie,

demi-gros de nitre et demi-once d'eau de menthe, et autant d'eau de fleurs d'orange dans chaque prise: cette boisson procura une évacuation d'urines des plus copieuses; mais cet heureux effet ne se soutint pas long-temps. J'augmentai la force des diurétiques avec demi-once d'oxymel scillitique; il y eut un peu plus d'urines: mais le remède termina par ne produire plus d'effet; les urines se supprimèrent entièrement. Cependant le ventre se tuméfie de plus en plus; il devient très-dur: l'ascite est fortement prononcée. Le malade pouvoit cependant se coucher dans son lit horizontalement, et il y avoit peu d'enflure aux extrémités inférieures; mais il éprouvoit une soif inextinguible, et vouloit, malgré toutes les observations qu'on lui faisoit, boire des liqueurs.

Le malade, dans ces conjonctures, a été porté à l'Hôtel-Dieu; l'opération de la paracentèse a été pratiquée, on a extrait environ huit pintes d'eau: mais, dans peu, nouvelle collection de ce liquide dans le bas ventre; la maigreur est devenue extrême, les forces ont diminué, la fièvre lente s'est allumée, le malade a péri de consomption.

Son corps n'a pas été ouvert; mais sans doute qu'on y eût trouvé les mêmes altérations qu'on avoit vues dans les autres.

Dans tous étoient affectés le foie, la rate, l'épiploon; chez eux les veines mésentériques étoient aussi gorgées d'un sang noir; le canal intestinal contenoit, dans les uns et dans les autres, des concrétions filamenteuses

noirâtres ; les vaisseaux du poumon étoient également pleins de sang concret, ainsi que les cavités du cœur.

La nature des symptomes, et la manière dont ils se sont suivis dans cette maladie, me paroissent prouver que les altérations qu'on a observées dans leurs viscères ne se sont faites que successivement, et que ce n'est que lorsqu'elles ont été portées à leur dernier degré, telles enfin qu'on les a trouvées, que les malades ont succombé.

On peut croire, avec assez de vraisemblance, par les symptomes qui sont survenus, tels que le dégoût pour les alimens, les vomissemens, les mauvaises digestions, les douleurs gravatives dans la région épigastrique, les lassitudes, les urines rouges; on peut croire, dis-je, que la bile a commencé par séjourner dans le foie; que cette bile étoit viciée par diverses causes accidentelles, telles que l'humidité du sol, le passage rapide de l'été brûlant à l'automne très-pluvieux, les irrégularités dans le régime, les mauvais alimens, et la boisson des eaux bourbeuses stagnantes dans des mares.

Ces causes, réunies aux fatigues de la guerre, ont produit la perversion de la bile et le commencement de l'engorgement de ses organes ; le sang s'est accumulé dans les rameaux de la veine porte ; ne pouvant circuler librement dans le foie, il a reflué dans la rate, laquelle s'est gonflée, durcie ; les vaisseaux courts, les artères et les veines de l'estomac, ainsi que celles du mésentère, se sont encore gorgés du même sang, dont la circulation, le retour dans la veine cave, a été gêné, ralenti, suspendu, peut-être intercepté.

Une telle stagnation a donné lieu successivement à la fièvre et à ses diverses modifications : car si le résultat des observations des médecins anatomistes prouve que, dans les fièvres bilieuses régulières, le foie est *ordinairement* le seul organe vicié, ou du moins le seul dans lequel on ait pu reconnoître quelque altération; et si encore le résultat des ouvertures des corps prouve que ce viscère est malade dans les fièvres tierces, s'il prouve aussi que, dans les fièvres quartes, la rate est ordinairement obstruée, et que les principaux rameaux de la veine porte sont dilatés, et souvent pleins de sang, il n'est pas étonnant que, dans les sujets qui ont eu en même temps le foie et la rate affectés, et de plus chez lesquels tout le système de la veine porte ventrale a été généralement engorgé, les fièvres, pour ainsi dire de tout genre, se soient irrégulièrement réunies, suivies, entremêlées, et qu'elles aient fini par être du plus mauvais caractère, comme celle qui vient d'avoir lieu et a lieu encore *dans la maladie de la Vendée.*

L'humeur filamenteuse, noirâtre, que les malades avoient rendue par la bouche et par les selles, et dont on a, après la mort, trouvé l'estomac et les intestins presque pleins, étoit du sang plus ou moins figé et noir qui s'étoit évacué dans les voies alimentaires.

Cette évacuation de matières noires comme de la suie survient souvent dans les maladies chroniques qui ont leur siége dans les viscères abdominaux, sur-tout pendant ou à la suite des fièvres intermittentes; elles ont aussi quelquefois lieu dans les fièvres aiguës : dans

tous les cas elles sont d'un mauvais présage, mais encore plus dans les maladies chroniques que dans les maladies aiguës.

L'hydropisie succède, ou plutôt se joint fréquemment aux obstructions des viscères abdominaux : elle est survenue dans ceux qui ont péri des suites de la fièvre de la Vendée ; mais il y a eu quelques différences notables dans sa durée et dans ses espèces. Quelques-uns sont morts promptement d'hydropisie de poitrine : d'autres, comme le citoyen *Gallias*, ont long-temps vécu avec une hydropisie ascite, et ont même plusieurs fois rendu par la paracentèse des pintes d'eau ; ce qui a prolongé leur vie de quelques jours.

Mais quelle que soit l'explication que je viens de donner des symptomes de la fièvre qui a régné et règne encore dans la Vendée, quoi qu'on puisse dire de ses causes, nous croyons que ses premiers effets sont d'arrêter la bile dans ses couloirs, d'en changer la qualité, et de produire des engorgemens du foie et de la rate, enfin des obstructions, même des indurations, dans les viscères, lesquelles troublent et arrêtent la circulation du sang dans la veine porte.

On voit par-là que le premier objet qu'il faut remplir dans le traitement, c'est de détruire la stagnation de la bile dans ses couloirs. Les vomitifs donnés à plusieurs reprises ont produit les effets les plus prompts et les plus heureux, sur-tout lorsqu'ils ont été administrés au commencement de la maladie.

On ne doit pas se borner à les prescrire une ou deux

fois, comme on le fait généralement; mais cinq, six, huit, dix fois dans l'intervalle de plusieurs jours.

Les efforts que les malades font pour vomir leur sont aussi salutaires pour détruire les engorgemens abdominaux, qu'ils leur sont avantageux par les évacuations de bile qu'ils procurent.

Pendant les vomissemens, les muscles abdominaux et le diaphragme se contractent; les fibres musculeuses elles-mêmes de l'estomac, peut-être encore celles du duodenum, se resserrent et se relâchent alternativement, et plus ou moins fort, à diverses reprises : il en résulte des secousses dans le foie, dans la rate, dans l'estomac, et dans d'autres parties, qui produisent nécessairement le dégorgement de la veine porte et celui des canaux biliaires.

On comprend que lorsqu'on suit une pareille méthode, on ne doit pas prescrire les vomitifs à la même dose que si on ne les donnoit qu'une seule fois. Je conseille seulement aux adultes l'ipécacuanha bien porphyrisé, à la dose de douze jusqu'à quinze grains, après les avoir fait vomir une fois avec une dose plus forte de vingt à vingt-cinq grains; et aux enfans, selon leurs divers âges et relativement à leurs forces, d'abord de quatre à dix grains pour les faire vomir complétement, et ensuite de deux à six grains pour leur procurer de légers vomissemens, ou des nausées seulement.

Les malades prennent pour boisson, dans l'intervalle des vomitifs, de l'infusion légère de fleurs de tilleul ou de feuilles d'oranger; ils sont plus ou moins rappro-

chés, selon leurs forces, une ou deux fois par jour pendant les quatre à six premiers jours de la maladie, et quelquefois encore plus tard pendant son cours.

En général, ces sortes de *vomituritions* sont moins fatigantes qu'on ne croit ; les enfans les supportent facilement : j'ai vu des femmes délicates n'en ressentir aucun mauvais effet.

Qu'on compare d'ailleurs ces inconvéniens de la méthode avec les malheurs attachés aux fièvres d'automne rémittentes d'un mauvais caractère, qui tuent presque tous les individus qui en sont atteints, et l'on verra qu'il n'y a pas de parallèle à faire entre l'inconvénient du remède et le danger du mal.

J'ai retiré un si grand avantage, et tant de fois, de cette méthode, que je ne puis m'empêcher de la recommander : encore dans ces derniers temps je l'ai suivie dans le traitement de quelques malades qui venoient d'arriver de la Vendée, épuisés par la fièvre et par de mauvais remèdes, et j'en ai cependant obtenu d'heureux résultats.

Après un pareil traitement, les malades ont été mis à l'usage des boissons relâchantes et légèrement anti-spasmodiques, telles que le petit lait, l'eau de poulet ou de veau, coupés avec l'infusion de fleurs de caille-lait jaune, de tilleul, de feuilles d'oranger : on leur a prescrit de l'eau de veau, qu'on a légèrement émétisée plusieurs jours ; de l'infusion légère de tamarins en forme de limonade ; quelques doux purgatifs, à des intervalles éloignés.

Ce traitement, soutenu d'un régime presque toujours végétal, a opéré les plus heureux effets.

Si quelquefois le pouls étoit trop plein, trop fort; s'il y avoit trop de chaleur, si la tête étoit pesante, s'il y avoit trop de tension ou de gonflement dans la région épigastrique, on recouroit à l'application des sang-sues à l'anus, afin de dégorger les veines hémorroïdales, branches de la veine porte.

La tête s'étant embarrassée, j'ai fait mettre les vésicatoires aux jambes de quelques malades, et avec succès : il est vrai que j'ai plutôt prévenu, pour l'administration d'un pareil remède, l'engorgement du cerveau, que je n'ai attendu qu'il fût confirmé.

En effet, si les vésicatoires sont jamais avantageux, soit pour produire des douleurs utiles, soit pour procurer des évacuations favorables, c'est lorsqu'on ne tarde pas trop d'y recourir; les malades s'y trouvant d'ailleurs préparés, ou naturellement disposés.

Rarement ai-je été obligé de recourir au quinquina, la fièvre n'étant ici qu'un effet des engorgemens des viscères abdominaux, et souvent un moyen salutaire que la nature emploie pour les détruire : je n'ai jamais cru devoir l'arrêter qu'autant que ses redoublemens pouvoient être si funestes que le malade ne pût y résister; et alors c'étoit encore la célérité du danger que couroit le malade, qui me déterminoit à le prescrire à une dose plus ou moins forte. Étoit-il à craindre qu'il ne succombât sous peu de redoublemens, je lui prescrivois le quinquina seul en poudre, délayé dans de l'eau

ou dans la simple infusion de feuilles d'oranger, à la dose d'une once et demie à deux onces, dans l'espace de vingt-quatre heures.

Les redoublemens de fièvre étoient-ils moins violens, et les malades plus forts pour y résister, avec des engorgemens plus prononcés, je prescrivois le quinquina à moindre dose, et mêlé avec des purgatifs.

C'est en suivant une pareille méthode que j'ai traité avec un succès non équivoque les fièvres continues rémittentes d'automne, communes à Paris et aux environs, et que j'ai également traité en dernier lieu celles de la Vendée.

Si quelquefois, après un pareil traitement, elles dégénèrent en fièvres intermittentes, ou qu'elles laissent des obstructions, ce qui est très-commun quand elles ont été traitées autrement, sur-tout lorsqu'on a supprimé trop tôt la fièvre, qui étoit le principal instrument de la guérison, par un trop prompt et trop grand usage du quinquina ; il faut opiniâtrément prescrire aux malades, qu'ils aient des accès de fièvre ou non, surtout s'ils sont irréguliers, des apéritifs sous les formes les plus variées, et dans les momens convenables, pour en pouvoir plus long-temps faire continuer l'usage, en les entremêlant de loin en loin de quelques doux purgatifs. Les eaux de Vichy seules, ou aiguisées avec de la terre foliée de tartre, les bouillons ou les apozèmes amers apéritifs, les sucs des plantes antiscorbutiques, et les préparations du même genre, telles que le vin et le sirop antiscorbutiques, ont produit les plus heu-

reux effets, sur-tout lorsqu'ils ont été aidés d'un bon régime.

Tel est le résultat de mes observations sur la nature et le traitement des fièvres continues rémittentes qui règnent pendant l'automne dans ces contrées, et de celles que nos soldats ont rapportées de la Vendée : les détails circonstanciés en seront publiés ailleurs ; je les passe sous silence pour me renfermer dans les bornes d'un mémoire.

MÉMOIRE

Sur l'éclipse totale qui fut observée le 12 *mai* 1706 *au matin*,

Par Jérôme Lalande.

Lu le 16 floréal an 5.

Il n'y a jamais eu que trois éclipses totales qui aient été observées avec quelque exactitude, et il n'y en aura pas en Europe d'ici à plus d'un siècle : ainsi elles méritoient bien d'être calculées. J'ai déja donné les résultats de celles de 1715 et de 1724 : il me reste à examiner celle de 1706, qui fut plus observée que les autres, parce que l'ombre traversa l'Espagne, la Provence, la Suisse et l'Allemagne.

Les éclipses totales, qui sont pour le public un spectacle si extraordinaire, n'ont pour les astronomes qu'une seule utilité qui soit particulière à celles-ci; elles nous apprennent, ainsi que les éclipses annulaires, la véritable différence qu'il y a entre les diamètres apparens du Soleil et de la Lune, la diminution qui a lieu pour le diamètre de la Lune quand elle est sur le Soleil, et l'irradiation, ou le débordement de lumière qui a lieu dans le diamètre du Soleil, mais qui n'influe pas dans une éclipse totale, parce que c'est quand les vrais

diamètres se touchent que l'obscurité commence, ou que l'anneau paroît complet. Cette éclipse de 1706 n'avoit jamais été calculée, que je sache, si ce n'est par l'opération graphique de Cassini, dans les *Mémoires de l'Académie* pour 1706; méthode dont l'exactitude est insuffisante, et ne répond point à celle des observations. J'ai donc cru devoir soumettre au calcul les principales observations de cette fameuse éclipse. J'ai commencé par l'observation de Paris : j'ai préféré celle de La Hire à celle de Cassini, qui en diffère d'environ 20″, parce que le premier étoit seul, et le second en grande compagnie.

Le 11 mai 1706, à $\begin{cases} 21^h\ 25'\ 42'', \text{commencement estimé.} \\ 22\ \ 41\ \ \ \ 6, \text{fin fort exactement.} \end{cases}$

J'ai calculé pour ce temps-là le mouvement horaire de la Lune, 37′ 8″2 en longitude, et 3′ 25″ en latitude; la parallaxe, 60′ 34″; le diamètre horizontal, 33′ 5″2; l'irradiation, — 2″5; le rayon du Soleil, 15′ 50″6; l'irradiation, — 3″. Avec ces élémens j'ai trouvé la conjonction pour Paris, 21^h 54′ 27″, temps vrai; et la latitude, 36′ 6″ au moment de la conjonction.

La longitude du Soleil, par les tables, étoit 1^s 21° 6′ 3″, et celle de la Lune, 1^s 21° 6′ 15″ : en sorte que l'erreur des tables étoit — 12″. La latitude par les tables étoit 36′ 26″ : mais comme il y a des observations qui donnent 36′ 20″, l'erreur n'étoit guère que — 6″.

A Bologne, Manfredi et Stancari observèrent le commencement à 20^h 58′ 50″, et la fin à 23^h 22′ 30″. J'en

déduis la conjonction 22^h 30′ 18″; latitude, 36′ 13″: différence des méridiens, 35′ 51″, au lieu de 36′ 1″ que nous avons coutume de supposer. Comme la Lune passoit à 5′ du centre du Soleil, cette durée est plus propre pour déterminer la latitude que celle de Paris, où le centre de la Lune ne passoit qu'à 3′ de celui du Soleil.

A Rome, Bianchini observa le commencement à 20^h 59′ 48″, la fin à 23^h 24′ 5″; conjonction, 22^h 34′ 47″; latitude, 36′ 24″. La Lune passoit à 9′ du Soleil; en sorte que cette latitude doit être préférable aux deux précédentes. La différence des méridiens est 40′ 20″; et comme il observoit aux thermes de Dioclétien, 9″ à l'orient de Saint-Pierre, cette différence se réduit à 40′ 11″ pour la coupole de Saint-Pierre. J'avois trouvé 40′ 32″ en combinant beaucoup d'observations; et l'on trouveroit à peu près la même chose si l'on adoptoit l'observation de Cassini.

L'éclipse fut totale à Montpellier. On voit dans les *Mémoires de la Société royale des sciences de Montpellier* (1766, p. 1 et suiv.) combien on prit de soins pour bien faire cette observation. M. de Plantade, M. de Clapier, et d'autres membres de la Société royale des sciences, se réunirent. L'obscurité dura depuis 21^h 25′ 55″ jusqu'à 21^h 30′ 5″, c'est-à-dire 4′ 10″ : mais cette durée ne s'accorde pas avec celle de Marseille ; elle n'auroit dû être que de 3′ 46″. La conjonction qui en résulte est 21^h 59′ 58″; ce qui donneroit 5′ 31″ pour la différence des méridiens, au lieu de 6′ 10″ : ainsi le

temps vrai n'étoit pas bien exact, non plus que la durée de l'obscurité.

Cassini trouve 5′ 5″, et il devoit avoir 5′ 51″, puisque son observation donnoit 20″ de moins que celle de La Hire. Cela fait voir que sa méthode graphique étoit insuffisante pour déterminer les longitudes.

A Marseille, Chazelles et le père Laval observèrent l'éclipse totale depuis 21^h 34′ 40″ jusqu'à 37′ 40″. Je trouve la conjonction 22^h 6′ 51″, et la différence des méridiens 12′ 2″, au lieu de 12′ 10″ que donnent les triangles de la France. Cela prouve que l'observation est meilleure; et on devoit s'y attendre, vu la réputation de ces deux astronomes. Cassini trouvoit 11′ 22″; ce qui prouve encore le défaut de sa méthode.

Suivant la différence des demi-diamètres du Soleil et de la Lune, que je suppose 56″4, la plus grande durée de l'éclipse totale ne pouvoit être que de 4′ 4″. En supposant que la Lune eût passé par le centre du Soleil, il falloit qu'elle en eût passé à 40″, pour que l'obscurité ne durât que 3′; mais je ne trouve que 20″ par les autres observations, et la durée eût été de 3′ 32″: ainsi la latitude que j'ai trouvée par les observations précédentes pourroit être susceptible de changement.

A Arles, on marquoit la durée de l'obscurité de 5′; à Avignon, 2′ 30″ seulement. L'une est beaucoup trop longue, et l'autre un peu trop courte. Puisque ces deux villes sont entre Marseille et Montpellier, sur la route de l'ombre, qui alloit vers Genève, la durée devroit être à peu près la même.

A Breslaw en Silésie, le père Heinrich marqua l'obscurité totale depuis $22^h\ 49'\ 0''$ jusqu'à $50'\ 0''$. J'en déduis la conjonction $22^h\ 53'\ 58''$; ce qui donneroit la longitude $60'\ 29''$. On ne la croit cependant que de $59'\ 13''$: ainsi peut-être que le temps vrai n'étoit pas bien déterminé; mais on peut supposer la durée exacte indépendamment du temps absolu.

En conséquence j'ai comparé la durée de Marseille avec celle de Breslaw, et j'ai cherché quelle seroit la différence des demi-diamètres du Soleil et de la Lune, qui donneroit les durées nécessaires pour concilier la différence des latitudes apparentes de la Lune dans ces deux villes.

Le calcul fait d'après la latitude de la Lune, déduite ci-dessus des observations, donne $18''1$ à Marseille et $37''4$ à Breslaw, pour la plus courte distance des centres: la différence est $19''3$. La durée de l'obscurité avec les demi-diamètres que j'employois, donne $38''$ et $55''3$: la différence est $17''3$. Il faut donc trouver $19''3$ au lieu de $17''3$, ou $57''3$ à Breslaw, au lieu de $55''3$ pour la plus courte distance. Il est facile de reconnoître qu'il ne falloit qu'ajouter $2''$ au demi-diamètre de la Lune, et faire la différence des demi-diamètres de $58''8$, au lieu de $56''9$: ainsi l'irradiation ou l'inflexion, que j'ai supposée de $2''5$, ne seroit que de $0''6$. J'avois trouvé un résultat semblable par l'éclipse d'Aldébaran, observée le 21 octobre 1793 en Amérique et en Europe; mais l'inflexion seroit de 0,8 par celle-ci.

J'ai été surpris qu'une observation aussi curieuse que l'éclipse totale de 1706 eût si mal réussi, et qu'il fût à peine possible d'en tirer quelques conséquences exactes: mais à cette époque il y avoit fort peu d'astronomes, et ils n'observoient pas habituellement; ce qui est nécessaire pour observer exactement. Malgré ces inconvéniens, il étoit utile de voir tout ce qu'on pouvoit tirer de cette fameuse éclipse, qui fit dans toute l'Europe une si prodigieuse sensation.

Les calculs de l'éclipse de 1715 sont dans la *Connoissance des temps* de l'an 7 et de l'an 8; ceux de l'éclipse de 1724, dans la *Connoissance des temps* de l'an 7, page 488; mais il n'y a que les observations de Paris et de Trianon. On n'en trouve aucune dans les *Transactions philosophiques* de la Société royale de Londres. Il y en a deux dans les *Acta eruditorum;* mais elles ne m'ont pas paru mériter la discussion et le calcul. On observoit fort peu dans ce temps-là, si ce n'est à Paris et à Greenwich. Il me paroît que l'éclipse fut observée à Greenwich: car dans la table des observations de la Lune que Halley a publiée à la suite de ses *Tables astronomiques*, on trouve pour le 11 mai $5^h\ 11'\ 22''$, temps moyen à Greenwich; la longitude de la Lune observée, $2^s\ 1^\circ\ 37'\ 3''$: mais si l'on avoit l'observation même, on trouveroit peut-être un résultat différent, soit pour le temps de la conjonction, soit pour la longitude du Soleil, les tables de Halley n'étant pas d'une aussi grande exactitude que celles de M. de Zach et du citoyen Delambre, dont nous nous servons actuellement.

MÉMOIRE

Sur un moyen de convertir les mouvemens circulaires continus en mouvemens rectilignes alternatifs, dont les allées et venues soient d'une grandeur arbitraire,

Par le citoyen R. Prony.

Lu le 21 thermidor an 4.

L'application de la mécanique aux arts offre beaucoup d'exemples de mouvemens circulaires continus changés en mouvemens rectilignes alternatifs. Le moyen le plus simple d'opérer cette transformation est d'attacher l'extrémité d'une chaîne ou d'une verge à un point assujetti à tourner autour d'un axe, avec la condition que, dans la rotation de ce point, la chaîne ou la verge ne rencontrera pas l'axe : cette condition peut s'obtenir, ou par une coudure pratiquée dans une partie de la longueur de l'axe, ou par une manivelle adaptée à son extrémité ; et la chaîne ou la verge fera parcourir à la résistance ou au poids à enlever, à chaque révolution du point, et alternativement dans des sens opposés, un espace rectiligne égal au diamètre du cercle décrit par ce point.

Ce mécanisme a le grand inconvénient de produire des inégalités considérables dans l'effort du moteur.

L'ingénieur Morland proposa en 1685 un moyen qui remédia en grande partie à ce défaut, et qui consistoit à faire hausser ou baisser un point mobile au moyen d'une ellipse tournant autour de son centre : ce procédé a été employé dans plusieurs machines. On a aussi mis en usage le procédé inverse, en faisant tourner avec une manivelle un point qui, assujetti à presser contre la concavité d'une ellipse, lui donne un mouvement de *va et vient* qu'elle communique à tout l'équipage auquel elle est attachée.

La Hire est, je crois, le premier qui ait résolu, d'après des principes certains, le problême de l'égalité d'effort, en adaptant au mouvement des pistons les courbes ondées dont ses recherches sur les épicycloïdes lui avoient suggéré l'idée. Desargues, qui s'en étoit servi avant lui, avoit été dirigé plutôt par un heureux tâtonnement que par des considérations théoriques.

De Parcieux a depuis donné un mémoire fort détaillé sur les courbes qui ont la propriété de faire parcourir au moteur, des espaces circulaires proportionnels aux espaces rectilignes parcourus dans le même temps par la résistance; les tracés de ces courbes sont extrêmement faciles et peuvent se modifier d'une infinité de manières, suivant les applications qu'on a en vue. J'ai employé avantageusement leurs propriétés dans la construction d'une machine hydraulique qui a été exécutée aux salines de Cette d'après mes projets.

On s'est aussi servi, depuis très-long-temps, de roues dentées sur une partie seulement de leurs circonférences.

Le recueil des machines de Ramelli, publié en 1620 (édition allemande), en offre plusieurs exemples.

Il seroit trop long de faire ici même l'énumération de plusieurs autres procédés qui remplissent le même objet. Un des plus ingénieux que je connoisse est celui proposé par White, artiste anglo-américain, dont j'ai donné la description et le dessin dans mon rapport sur la machine de Marly, imprimé par ordre du Corps législatif (*page* 16 et *planche II*, *fig.* 5, du rapport).

Quelques avantages que la mécanique ait retirés de ces diverses inventions, elles n'offrent cependant que des ressources très-insuffisantes dans une infinité de cas très-importans : leurs principaux inconvéniens sont, 1°. de ne produire qu'une course de longueur déterminée, de telle sorte que si l'on veut faire parcourir un plus grand espace à la résistance, il faut ou construire une autre machine, ou y ajouter un mouvement de renvoi ; ce qui est toujours un défaut, et présente quelquefois de grands embarras : 2°. de ne pouvoir pas, même en s'assujettissant à une course déterminée, lui donner une étendue qui excède certaines limites, sans qu'il en résulte de telles dimensions pour les machines, qu'elles sont inexécutables, ou très-difficiles à manœuvrer. Aussi les mouvemens de *va et vient* sont le plus communément employés à faire hausser et baisser des pistons de pompe, ou à élever des seaux à de petites hauteurs : et dans des machines très-connues, telles, par exemple, que celle du puits de Bicêtre, où il faut puiser l'eau à plus de cinquante mètres de profondeur, on n'a pas

pu éviter l'inconvénient de faire rebrousser chemin aux chevaux à chaque vidange de seau ; ce qui est un grand défaut.

Différentes circonstances ayant dirigé mon attention sur cette question de mécanique, j'avois eu d'abord l'idée d'employer un arbre vertical qui, en tournant sur son tourillon inférieur, fût susceptible de s'incliner un peu de chaque côté de la verticale, passant par le centre immobile de ce tourillon, au moyen de ce que la pièce dans laquelle entroit le tourillon supérieur pouvoit alternativement se mouvoir dans deux sens opposés. Cette espèce d'oscillation, qu'il est aisé de produire par le jeu même de la machine, avoit pour but de faire qu'une roue dentée, fixée à l'arbre, engrenât alternativement dans d'autres roues dentées à axes immobiles placées de chaque côté de cet arbre, lesquelles, par l'intermède des chaînes ou des cordes, produisoient le mouvement rectiligne alternatif ; et en disposant le régulateur destiné à alterner l'engrenage de manière que l'*alternation* s'opérât à l'instant où le fluide arrivoit à sa destination, le mouvement de *va et vient* pouvoit avoir une étendue quelconque, en donnant aux cordes ou aux chaînes la longueur nécessaire.

L'idée de ce moyen n'est pas nouvelle ; mais, quoiqu'il remplisse rigoureusement son objet, il n'est pas exempt d'imperfections, et a, entre autres inconvéniens, celui d'exiger des renvois de mouvement un peu compliqués. Ces considérations m'ont engagé à chercher un mécanisme plus simple et moins sujet à des dérangemens

accidentels. Voici celui que j'ai trouvé, et dont l'idée a paru absolument nouvelle aux ingénieurs et aux artistes à qui je l'ai communiqué : j'en ai fait l'application, pour mon usage particulier, à l'ascension de l'eau dans un puits ; mais le principe du mécanisme n'en est pas moins général, et convient visiblement à tous les cas où on aura des mouvemens alternatifs à produire par un mouvement circulaire continu.

Une roue horizontale AB (*fig.* 1, 2 et 3) est fixée à un arbre vertical CD que le moteur fait immédiatement tourner ; cette roue engrène dans deux pignons *ab*, *a'b'*, placés aux extrémités de l'axe *de*, mais qui ne font point corps avec cet axe, pouvant tourner à frottement doux sur les collets *fg* (*fig.* 4), et c'est dans cette particularité que consiste la propriété du mécanisme. On conçoit aisément que la roue AB, agissant sur ces pignons non assujettis sur leurs collets, ne doit produire aucun effet sur la masse à enlever ; mais si, par quelque moyen, on parvient à fixer un de ces pignons avec l'axe, alors la rotation de ce pignon déterminera celle de la poulie *pp*, et par conséquent l'ascension d'un des seaux. Si ensuite, le seau étant monté, on dégage le pignon fixé, qui alors n'influera plus sur la rotation de la poulie, et qu'on fixe à son tour l'autre pignon avec l'axe, ce sera ce dernier qui fera tourner la poulie, et il est aisé de voir qu'il lui donnera un mouvement contraire à celui imprimé précédemment par l'autre pignon, la grande roue AB tournant toujours dans le même sens : ainsi le seau qui étoit monté descendra, et réciproquement.

Tout consiste donc à fixer alternativement sur l'axe l'un et l'autre des pignons *ab*, *a'b'*, lorsque chacun des seaux est arrivé à sa destination. Voici comment cette condition s'obtient par le mouvement même des seaux. (Voyez, avec les *figures* précédentes, celles 4, 5 et 6.)

hk est une verge qui, au moyen des pièces *lm*, *l'm'* (*fig.* 5), peut glisser, et avoir un mouvement progressif le long de l'axe *de*; cette verge porte en *m* et *m'* des couteaux ou cliquets destinés à s'engager dans les dents des roues à rochet *nq* (*fig.* 4), fixées sur les faces des pignons. Il est évident qu'en faisant avancer la verge *hk* dans un sens ou dans l'autre, il y aura alternativement encliquetage vers l'un des deux pignons, l'autre restant libre, et qu'ainsi l'axe *de* tournera successivement dans des sens opposés.

Pour faire correspondre l'*alternation* du mouvement à la vidange des seaux, j'ai fait passer la verge *hk* à travers le tourillon de l'extrémité *e* de l'axe *de*, qui est percé longitudinalement, et aussi à travers une fente *rs* pratiquée dans le levier EF, portant à son extrémité la lentille G. On conçoit aisément que cette lentille étant supposée se mouvoir à droite ou à gauche, le levier EF rencontre et choque de part et d'autre les arrêts *k* et *k'*, détermine, par conséquent, le mouvement alternatif de la verge *hk*, et de suite les encliquetages successifs de chacun des pignons *ab*, *a'b'*, d'où résultent la montée et la descente alternatives des seaux. Il ne s'agit donc plus que d'employer les seaux eux-mêmes à

faire osciller le poids G, et c'est ce qui s'exécute très-aisément au moyen des fourches t et t' (*fig.* 6), dont l'une est fixée à l'axe horizontal HK, et dont l'autre, tournant autour d'un axe particulier en H', fait mouvoir un second levier xy fixé à l'axe HK, et qui lui donne le mouvement.

Ainsi celui des seaux qui arrive au haut du puits commence d'abord par se vider au moyen d'un des crochets z (*fig.* 2) : il rencontre ensuite la fourche qui lui correspond, donne au poids G un mouvement de bascule qui alterne l'encliquetage des pignons, et décide, à l'instant même, le mouvement inverse de l'axe de, de la poulie et des seaux.

Les seaux ont, comme la *figure* 2 le représente, une soupape à leur fond, et sont suspendus un peu au-dessus de leur centre de gravité en les supposant pleins; leur bord supérieur n'est pas dans le même plan, et il est aisé de concevoir, à l'inspection de la figure, le motif de la courbure qu'on leur a donnée. On voit que, dans le cas où le seau est suspendu par une corde, si cette corde éprouvoit une torsion, le seau ne rencontreroit pas le crochet dans le point du bord qui est également distant des deux points de suspension : mais, au moyen de la courbure du bord supérieur, ce crochet glisseroit aussitôt le long de la courbe jusqu'au point le plus bas qui est placé à égale distance des points de suspension; et ainsi, de quelque manière que le seau rencontre le crochet au premier instant, la vidange ne s'en fera pas moins, dans tous les cas, régulièrement et sans perte

d'eau. J'ajouterai qu'il faut avoir la précaution de faire le crochet à articulation à son point de naissance ou d'attache, afin que, rencontré par le seau, il décrive en s'élevant un arc de cercle, et fasse par-là avancer le seau dans la gorge de la bache destinée à le recevoir.

Le forement longitudinal de l'extrémité de l'axe, qu'exige le mécanisme précédent, pourra quelquefois donner de l'embarras lorsqu'on ne sera pas à portée d'avoir des ouvriers adroits. Voici une construction fort simple d'un axe qui produira le même effet que le précédent, sans avoir besoin d'être foré.

L'axe de (*fig.* 7) est plein d'une seule pièce, et carré dans la partie de sa longueur comprise entre les pignons ab et $a'b'$; une pièce $mm'k'k$ peut couler le long de cette partie carrée au moyen de deux ouvertures de même forme pratiquées aux extrémités mk, $m'k'$; cette pièce porte les couteaux ou cliquets m et m' destinés à s'engager alternativement dans les dents des roues à rochet $n'q'$, nq, et au milieu de sa longueur est fixé le *manchon* $vyy'v'$, de manière qu'une fourche qui s'engageroit entre vy et $v'y'$, pourroit, en oscillant et frappant alternativement contre vy et $v'y'$, faire marcher à droite et à gauche la pièce $mm'k'k$, et par conséquent engager et désengager successivement chacun des encliquetages. La fourche qui produit cet effet est celle w (*fig.* 8), attachée à l'axe HK. On voit sur-le-champ que les seaux, en faisant mouvoir les leviers t et t', feront tourner la fourche w tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, et que cette fourche étant

engagée dans le *manchon* $v y y' v'$, on obtiendra l'effet qu'on desire.

Dans cette nouvelle disposition l'axe HK doit être placé au-dessous de la roue dentée AB, vers le milieu de l'axe de, et les leviers t, t' ont une position inverse de celle représentée par la *fig.* 2.

Pour se faire une idée générale du rapport qui existe entre les dimensions de la machine, l'effort du moteur et le poids à enlever, soient

l'effort du moteur. . . . . $= F$,
la partie de cet effort consommée par le
mouvement propre de la machine. . . . $= \varphi$,
le poids à enlever. . . . . $= P$,
le rayon du manége. . . . . $= R$,
le rayon de la poulie . . . . $= r$,
le nombre des dents de la roue AB. . . . $= n$,
le nombre des ailes d'un des pignons ab
ou $a' b'$ . . . . $= n'$,
on aura l'équation . . . . $\frac{P}{F-\varphi} = \frac{n'}{n} \cdot \frac{R}{r}$,

au moyen de laquelle on déterminera, dans les différens cas, celle des quantités qui doit être donnée par les autres. L'évaluation de φ dépend des expériences connues sur le frottement, la roideur des cordes et des chaînes, etc. Elle sera de peu de conséquence dans le cas actuel, vu que le mouvement propre de la machine (supposée bien construite) ne consommera pas une grande partie de l'effort du moteur. Il faudra, lorsque la profondeur sera grande, attacher au-dessous

ns circulaires continus

eur arbitraire 2 .

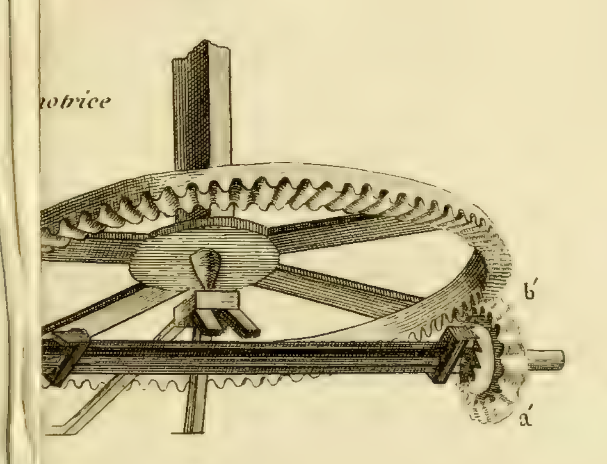
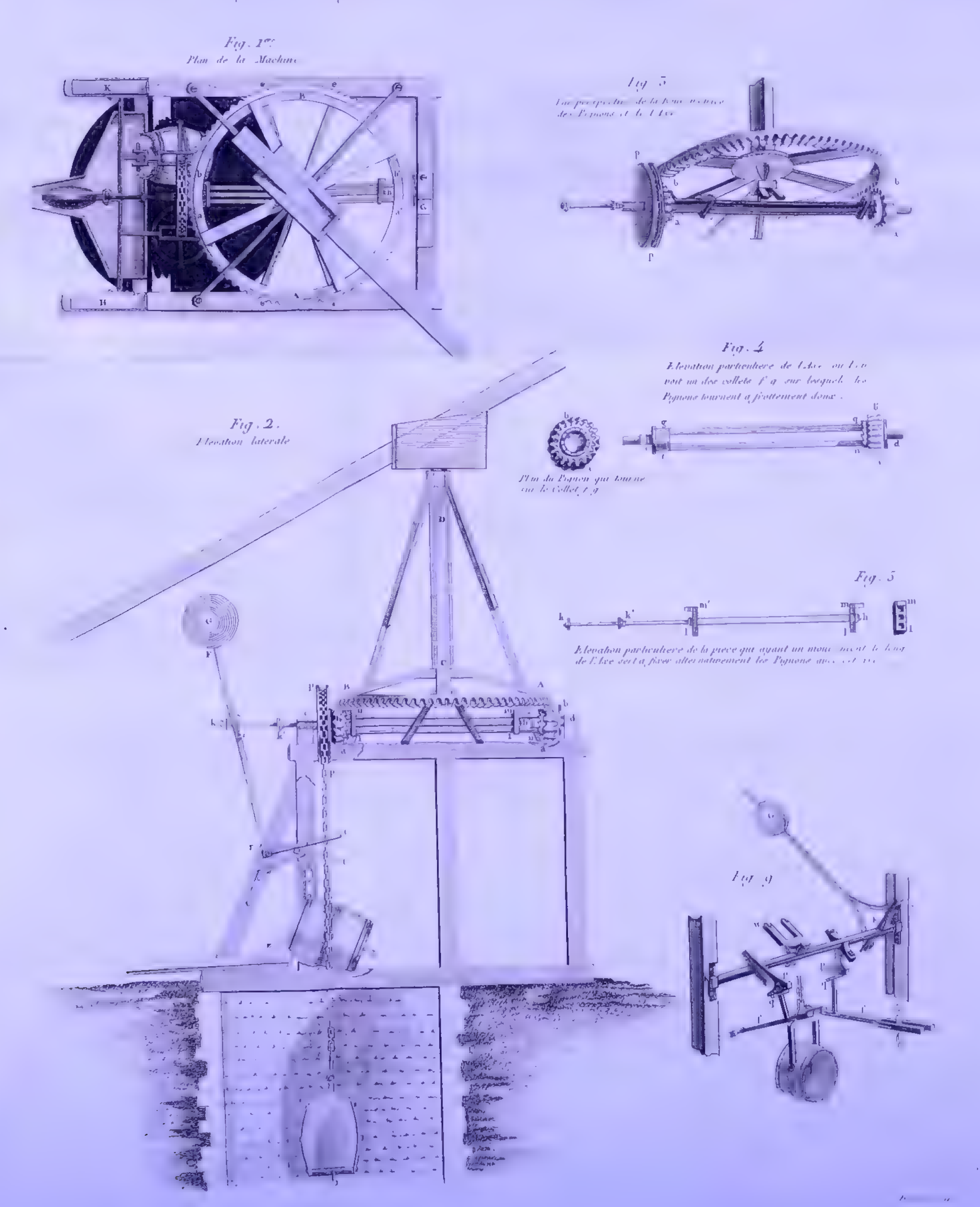


Fig. 4.

Bavry Sculp

Figures pour le Mémoire de R. PRONY, sur un moyen de convertir les mouvemens circulaires continus en mouvements rectilignes alternatifs dont les allées et venues sont d'une longueur arbitraire.



Institut, 1re Cl. Tom. II. Pag. 224. Pl. VIII.

Fig. 7.

Fig. 6.

Vue perspective du Mécanisme au moyen du quel le mouvement alternatif est produit par l'ascension même du poids qu'on se propose d'élever.

Fig. 8.

Buvry sc.



des seaux les deux extrémités d'une corde ou d'une chaîne de même longueur et de même poids que celle qui passe sur la poulie, afin que le système que supporte cette poulie soit toujours en équilibre.

La machine que je viens de décrire est, comme on voit, simple, peu coûteuse dans sa construction primitive, et son entretien n'est également ni difficile ni dispendieux; mais elle offre dans ses usages une source d'économie bien plus grande encore, puisque, sans y changer autre chose que la longueur de la corde, elle peut s'adapter indistinctement à toute sorte de profondeurs, et que son peu de volume la rend facile à transporter.

P. S. Voici une disposition du mécanisme qui m'a fort bien réussi dans la pratique, et qui me paroît réunir la solidité à la facilité des manœuvres et des réparations. Les fourches f et f', *fig.* 9, tournent chacune autour d'un axe horizontal immobile. A ces fourches sont fixées deux pièces verticales q et q', qui, lorsque les fourches s'élèvent, pressent le dessous des leviers p et p' attachés solidement à l'axe E K: le levier p est en avant de l'axe E K, ou du côté des seaux; le levier p' est du côté opposé. On voit aisément par-là comment la chaîne qui suspend les seaux passant dans les branches des fourches, ces fourches font osciller le poids G et alterner le mouvement au moyen de la pièce w, qui est aussi fixée à l'axe E K.

Il est bon d'observer que les pièces attachées à l'axe E K dans la *fig.* 9, le sont d'une manière beaucoup plus favorable à la solidité que dans la *fig.* 8: il est aisé de se ménager les moyens d'alonger ou de raccourcir les pièces q et q' pour régler parfaitement le mouvement.

Je finirai par une remarque de pratique très-importante, celle de combiner les proportions de la machine de manière que, dans tous les cas, la vîtesse ascensionnelle des seaux soit assez petite pour qu'ils aient le temps de se vider sans que le moteur soit obligé de s'arrêter ou de ralentir son mouvement.

NOUVEAU
THÉORÈME DE GÉOMÉTRIE,

Où l'on assigne des portions de voûte hémisphérique dont la solidité s'exprime par une formule algébrique,

Par le citoyen Charles BOSSUT.

Lu le 6 floréal an 5.

En relisant, ces jours derniers, dans les *Actes de Leipsick*, la solution ou la construction que Viviani a donnée du problême de la *voûte hémisphérique carrable*, qu'il avoit lui-même proposé aux géomètres en 1692, il me vint l'idée d'examiner s'il n'existe pas quelque chose de semblable pour la cubature de la voûte. J'ai trouvé à ce sujet un théorême nouveau, fort simple, et non moins curieux que celui de Viviani, mais dépendant d'une intégration beaucoup plus composée. Leibnitz, les deux illustres frères Jacques et Jean Bernoulli, et le marquis de l'Hôpital, qui tous résolurent très-promptement le problême de la voûte *carrable*, n'ont donné ou indiqué aucun moyen de déterminer des portions de sphère qui fussent absolument *cubables* (1).

(1) J'emploie ce mot pour désigner des solides qui ont une expression algébrique.

Dans un mémoire intitulé *De formulis integralibus duplicatis*, et imprimé parmi ceux de l'Académie de Pétersbourg pour l'année 1769, Euler a traité également le problême de Viviani, mais d'une manière plus générale et plus complète qu'on ne l'avoit fait encore. Ce mémoire contient une foule d'observations intéressantes et utiles au progrès de cette branche de la géométrie. C'est là, par exemple, qu'on trouve, pour la première fois, le principe ingénieux et fécond de transformer une expression différentielle qui demande des intégrations redoublées, en une autre plus commode pour le calcul; de sorte que souvent une telle quantité, intraitable sous sa première forme, est rappelée par là aux simples intégrations ordinaires. Euler a examiné aussi, dans cet écrit, la question de la voûte *cubable;* il propose et résout ce problême *élégant*, comme il l'appelle lui-même : *Construire sur la base d'un hémisphère une courbe telle, que le solide élevé perpendiculairement sur son aire, et terminé par la surface hémisphérique, ait une expression algébrique.* Il trouve qu'une courbe du quatrième ordre, dont il donne l'équation, satisfait à la question; mais ni lui, ni aucun autre géomètre, n'a remarqué, du moins que je sache, que la construction de Viviani pour la voûte hémisphérique *carrable* donne en même temps une solution du problême de la voûte hémisphérique *cubable.* Cette observation, qui est le résultat d'un calcul que je donnerai, forme le nouveau théorême dont il s'agit, et que j'énonce ainsi :

THÉORÊME.

Si l'on perce une sphère perpendiculairement au plan de l'un de ses grands cercles, par deux cylindres droits, en forme de tarières, dont les axes passent par les milieux des deux rayons qui composent un diamètre de ce grand cercle, les deux portions qu'on enlevera par là du solide entier de la sphère, laisseront un reste égal aux deux neuvièmes du cube du diamètre de la sphère.

On voit que ce théorême résout le problême de *percer une voûte hémisphérique, de quatre fenêtres égales, telles qu'ôtant de la solidité de l'hémisphère la somme des solides qui remplissent ces fenêtres, le reste ait une expression algébrique.*

OBSERVATIONS

Sur la complication de la petite vérole avec des dartres, et sur la continuation des préparations mercurielles pendant tout le cours de la maladie,

Par le citoyen DESESSARTZ.

Lu le 21 fructidor an 4.

Nous n'avons point encore adopté en France la méthode presque généralement suivie en Angleterre, de donner les préparations mercurielles dans le traitement de la petite vérole, soit naturelle, soit artificielle. Je n'entreprendrai point de rechercher les raisons de notre timidité, ou de notre indifférence pour ce remède en pareil cas; je me contenterai de rapporter quelques faits qui paroissent justifier la confiance que les médecins anglais ont en lui, et les éloges qu'ils lui donnent. J'avoue que je ne sais pas comment le mercure agit: est-ce en qualité de divisant, d'apéritif et de fondant de la lymphe? est-ce comme possédant la propriété d'enchaîner, de mitiger, de dénaturer le virus variolique? je l'ignore. Ce que je sais, c'est que chez plusieurs malades attaqués de la petite vérole, pendant qu'ils faisoient usage de préparations mercurielles, cette maladie a été plus régulière, plus douce, qu'on ne devoit

l'espérer à raison des complications regardées communément comme dangereuses, et contre lesquelles on croyoit devoir recourir à des remèdes très-actifs.

Mes premières observations auront pour objet la complication de la petite vérole avec des dartres bien prononcées. J'avois vu plusieurs fois prescrire, dans ce cas, des remèdes chauds, sudorifiques, pour soutenir l'éruption de la petite vérole et empêcher la rentrée de l'humeur dartreuse; des vésicatoires même multipliés, pour maintenir la dernière humeur à la peau et faciliter la sortie de l'autre. Ce traitement a presque toujours rendu la marche de la petite vérole orageuse, quelquefois même funeste; et ceux qui n'ont pas succombé, ont eu une convalescence difficile, sont restés languissans, cacochymes, sujets à des accès de fièvre irréguliers; leur santé ne s'est rétablie que par l'usage long-temps continué de bains, de boissons antiscorbutiques, d'un régime analeptique : mais ce qu'il est important d'observer, c'est que ces derniers remèdes n'agissoient efficacement qu'après une ou deux saignées.

Quoique je n'aie à exposer que deux exemples d'un traitement contraire et plus satisfaisant, je crois devoir les communiquer; ils sont l'effet d'abord du hasard, ensuite du raisonnement.

En 1768, un garçon âgé de huit ans et demi, issu de parens européens, mais né en Amérique, et ramené en France seulement depuis environ six mois, avoit le ventre, les cuisses, les bras couverts de plaques dartreuses plus ou moins grandes, dont les bords étoient

enflammés, et d'où sortoit une sérosité roussâtre et qui s'épaississoit promptement. Après avoir été saigné, baigné, et avoir bu pendant douze jours des bouillons dépuratifs ordinaires, il fut purgé avec quatre pilules de Belloste, chacune du poids de quatre grains : on ajouta, chaque jour, aux boissons une de ces pilules. Le régime étoit doux et nourrissant : le malade étoit robuste, gai, et digéroit bien; son sommeil n'étoit troublé que par les démangeaisons que causoient les dartres : il évacuoit tous les jours; et néanmoins il entroit dans l'ordre de son traitement qu'il seroit purgé toutes les huitaines avec quatre pilules de Belloste.

Le seizième jour depuis l'usage commencé des pilules, il se plaignit de lassitudes universelles, d'un mal de tête gravatif. Je n'osai pas le purger, ne sachant à quoi attribuer ce dérangement de sa santé; l'aspect des dartres n'avoit point changé. Je me contentai de prescrire un régime un peu plus sévère, des boissons plus abondantes et plus légères, recommandant de donner tous les matins la pilule de Belloste, dans la vue de ne point interrompre son effet sur les dartres.

Le lendemain, aux mal-aises se joignirent la fièvre et une douleur sourde dans les reins; la pesanteur de la tête étoit plus grande, et le malade se plaignoit d'anxiétés dans la région épigastrique, mais sans envie de vomir; les yeux étoient fatigués, l'artère modérément tendue, sans ce gonflement qui annonce la pléthore.

De tous ces symptomes, aucun ne me parut effrayant; je crus donc ne devoir rien changer au traitement,

auquel j'ajoutai seulement un lavement à l'eau. L'enfant avoit pris, comme de coutume, la pilule de Belloste. Dans le cours de la journée il évacua trois fois. Les urines, qui jusqu'alors avoient été d'un jaune un peu foncé, devinrent rouges, mais ne déposèrent point; le soir la fièvre eut plus d'intensité, le sommeil fut un peu agité.

Le jour suivant, qui étoit le troisième jour de la nouvelle maladie, je trouvai le visage gonflé, d'un rouge brûlant; les yeux étoient animés, la bouche étoit sèche; les plaques dartreuses n'avoient rien rendu, et leurs bords étoient ternes. Je les fis humecter avec une infusion de mélilot. La peau de tout le corps étoit sèche, mais point brûlante. J'examinai la bouche avec attention, craignant que le mercure n'y eût porté; elle n'étoit point enflammée, les glandes salivaires n'étoient point gorgées. Je n'attribuai donc point l'état dans lequel se trouvoit mon malade à l'action du mercure: mais ne sachant encore quel ennemi j'avois à combattre, et n'osant, malgré l'odeur d'une fadeur singulière et qui plusieurs fois m'avoit frappé auprès de ceux en qui l'éruption varioleuse se préparoit; n'osant, dis-je, m'arrêter au soupçon que ce fût cette maladie, je ne consultai que ses symptomes. Je prescrivis un lavement, des pédiluves, une décoction de graine de lin, dans laquelle on fit infuser de la bourrache, et que l'on édulcora avec du sirop de violettes.

Dès le soir la peau étoit plus douce, il s'y établit une légère moiteur; la bouche étoit aussi moins sèche,

et j'apperçus sur les lèvres, au bout et aux ailes du nez, et sur le front, de petites pointes qui s'élevoient au milieu d'une tache rouge. Il n'y eut plus de doute sur la nature de la nouvelle maladie. Je persistai dans le traitement, sans omettre la pilule de Belloste tous les matins.

En vain je fis bassiner, plusieurs fois par jour, les plaques dartreuses avec une infusion tiède de mélilot et de fleurs de mauve : elles restèrent toujours dans le même état d'indolence et de sécheresse; seulement les bords devinrent plus vermeils lors du gonflement des boutons varioleux.

L'éruption de ces boutons se fit tranquillement; leur nombre sur le visage étoit à peine de cent, et beaucoup moindre, en proportion, sur tout le reste du corps. La fièvre se calma à mesure que l'éruption se fit; il n'y en avoit plus le second jour : les autres accidens concomitans de l'éruption se calmèrent aussi. Les boutons grossirent, se remplirent : la matière qu'ils contenoient s'épaissit, et les croûtes tombèrent au temps marqué et constant dans les petites véroles discrètes. Il n'y eut qu'un très-léger ressentiment de chaleur et de fièvre pendant le gonflement des boutons : en un mot, cette petite vérole se termina sans aucun accident. J'accordai tous les jours, depuis la cessation de la fièvre, et par conséquent dès le troisième jour de l'éruption, une nourriture légère. Je n'eus pas besoin de recourir aux lavemens, l'enfant alloit tous les jours régulièrement à la garde-robe. Il fut purgé une fois avec la manne et le

catholicon double, et deux autres fois avec les pilules de Belloste.

On espéroit que la dépuration occasionnée par la petite vérole, et par le traitement qu'elle avoit nécessité, auroit détruit les dartres. Il n'en fut pas ainsi; car, après la desquamation complète de la peau, qui entraîna la chûte de la matière épaisse dont la surface dartreuse étoit couverte, les dartres se ranimèrent, rendirent la même humeur qu'auparavant, et je fus obligé de reprendre le traitement de cette maladie première, qui dura encore deux mois. L'enfant s'est très-bien rétabli, et jouissoit d'une santé parfaite deux ans après.

En 1783, la petite vérole survint également au milieu du traitement de dartres épaisses et suppurantes fixées sur les bras et les cuisses d'un garçon de dix ans. Je fis continuer les pilules mercurielles, dont le malade prenoit tous les jours deux, du poids de quatre grains chacune; c'étoient celles décrites dans le *Dispensaire de Paris*. Les boissons furent les mêmes que celles dont j'ai fait le détail dans l'histoire précédente, ainsi que les autres moyens curatifs. Cette petite vérole parcourut toutes ses périodes avec régularité et sans aucun trouble.

La différence que je remarquai dans les plaques dartreuses, c'est que dans ce dernier malade, qui étoit d'une complexion plus molle et plus frêle, ces plaques s'enflammèrent, et se séchèrent lors du gonflement des boutons. L'état d'inflammation ne dura que deux jours, mais la sécheresse persista jusqu'à la chûte des croûtes varioleuses; alors le suintement dartreux recommença

malgré les purgatifs réitérés, et ne céda qu'à un régime exact, et aux antiscorbutiques continués pendant près de trois mois.

Réflexions et conséquences.

Si je ne me trompe, ces deux faits donnent matière à quelques réflexions sur la marche de la nature dans les maladies, et à quelques conséquences utiles dans le traitement de la petite vérole.

Première réflexion. Pendant tout le temps qu'a duré la petite vérole, l'humeur dartreuse a été véritablement assoupie ; la nature semble l'avoir oubliée, pour tourner tous ses efforts contre la varioleuse. J'ai observé la même suspension chez une jeune personne âgée de douze ans, sujette à des éruptions érysipélateuses qui se manifestoient tantôt sur une partie du corps, tantôt sur une autre ; à peine étoit-elle délivrée d'un érysipèle qui avoit occupé tout le visage et un bras, qu'elle fut assaillie de fièvre, de mal de tête, de douleurs de reins, d'envies de vomir, de difficulté de respirer. Son érysipèle s'étoit dissipé si promptement, qu'on n'hésita pas à attribuer ces nouveaux symptomes à l'action de l'humeur érysipélateuse, qui n'avoit pas été complétement jugée, et dont une partie avoit été résorbée. On se trompoit ; car la jeune malade ayant saigné du nez assez abondamment le troisième jour, une sueur universelle fut le prélude de l'éruption de la petite vérole, qui fut orageuse, et cependant se termina heureusement : mais huit jours

après la desquamation totale de la peau, au milieu d'une santé meilleure qu'avant, l'érysipèle reparut. Il fut, à la vérité, léger, peu étendu, et de peu de durée.

Ces trois observations, et d'autres analogues, que l'on trouve éparses dans différens auteurs, ne nous apprennent-elles pas que la nature ne peut s'occuper à la fois et avec succès de deux dépurations, de deux crises d'humeurs différentes? ne nous indiquent-elles pas de quelle importance il est que le médecin ne néglige aucune recherche, aucune étude, pour bien distinguer la maladie principale, celle qui occupe la nature entière, afin de diriger tous les secours de son art de concert avec elle, soit pour la redresser dans ses écarts, soit pour seconder son travail lorsque quelques obstacles en dérangent la direction, ou en affoiblissent et enchaînent l'énergie; qu'il faut avoir le courage d'éloigner beaucoup de souvenirs, pour ne voir que ce qui existe dans le moment? car souvent ces souvenirs ont arrêté la main qui alloit porter un secours décisif, ou ont fait entreprendre ce qui n'étoit pas nécessaire, et qui dès-lors a au moins fatigué inutilement le malade, s'il ne lui a pas été funeste.

Seconde réflexion. L'inertie dans laquelle est restée l'humeur dartreuse dans les deux premières histoires, et l'érysipélateuse dans la troisième, pendant que la petite vérole parcouroit toutes ses périodes, me paroît prouver que l'humeur de la petite vérole ne s'est point alliée et confondue avec l'humeur qui produisoit ces

dartres, ni avec celle qui produisoit l'érysipèle, *et vice versâ ;* que ces deux humeurs n'ont point influé sur le caractère et la terminaison de la varioleuse, puisque celle-ci s'est épuisée et détruite seule irrévocablement, tandis que les deux autres se sont remontrées avec leur appareil caractéristique, et ont eu besoin, pour être détruites, des remèdes que l'expérience a indiqués comme les plus efficaces.

D'après ces réflexions, ou plutôt ces faits, ne puis-je pas conclure que la pustule varioleuse, amenée à son vrai point de maturité, ne contient que de l'humeur varioleuse, et que la lancette trempée dans ce pus, ou le fil qui en est imbibé, ne donnera jamais que la petite vérole, sans communiquer d'autre maladie? A Dieu ne plaise que j'aie l'intention de blâmer la sévérité scrupuleuse avec laquelle les inoculateurs choisissent le germe qu'ils doivent introduire dans le corps de ceux qu'ils inoculent! au contraire, je les exhorte avec instances à ne jamais s'écarter de cette prudence si propre à tranquilliser eux et les parens qui leur confient leurs enfans; par là ils se mettront à l'abri des reproches que ne manqueroient pas de leur faire ceux-ci, si l'inoculé éprouvoit quelques accidens, quoique ces accidens, ainsi que l'ont démontré beaucoup de faits bien examinés et vérifiés, ne fussent point causés par le virus variolique, mais dépendissent de toute autre cause.

Le seul but auquel j'aspire, est que le médecin, prémuni contre le préjugé de la communication d'une double maladie par l'inoculation, n'aille pas chercher

ailleurs que dans l'individu inoculé, la cause des accidens qui dénaturent l'effet de son opération.

De cette conséquence, que je pourrois appuyer d'un grand nombre de faits qui m'ont été communiqués, il en sort d'autres non moins intéressantes, mais que je renvoie à un autre mémoire, parce qu'elles ne tiennent pas essentiellement à l'objet présent.

Troisième réflexion. Nous avons vu que l'usage continué du mercure n'a point nui à l'action de la nature dans la séparation qu'elle a opérée du virus varioleux des autres humeurs existantes, même à la peau, dans l'expulsion, la maturation et l'anéantissement de ce virus, puisque la marche de la petite vérole a été aussi régulière, aussi douce, que s'il n'y avoit point eu de complication. Ne peut-on pas en conclure que cet usage a, au contraire, contribué à la bénignité et à l'heureuse terminaison de la maladie, soit en rendant nulle l'action de l'humeur dartreuse, soit en énervant celle du virus variolique? Les deux observations suivantes jetteront quelque jour sur cette grande question.

Observations sur la complication de la petite vérole avec la maladie vénérienne.

Deux malades faisant usage du mercure, parce qu'ils étoient affectés d'un virus vénérien, furent pris de la petite vérole. Le premier, en 1786, âgé de vingt-six ans, avoit déja reçu huit frictions; le second, âgé de

seize ans, en 1788, prenoit depuis quinze jours des pilules mercurielles, et l'un et l'autre des boissons délayantes et légèrement sudorifiques.

Le premier avoit un écoulement très-abondant et douloureux; le second avoit de plus trois chancres à la verge: le mercure n'avoit porté à la bouche ni chez l'un ni chez l'autre; ils avoient toujours conservé la liberté du ventre. Survint la petite vérole: la fièvre d'incubation fut plus vive chez le plus jeune, il se plaignit de violens maux de tête pendant vingt-quatre heures; mais tous les deux eurent une petite vérole peu abondante en pustules, très-discrète par conséquent, et sans aucun accident. Le pus que contenoient les pustules étoit épais et d'un jaune clair. Les croûtes se formèrent aussi solides que l'on a coutume de les voir dans les petites véroles bénignes.

Pendant tout le temps de cette maladie, la vénérienne ne présenta aucun symptome grave; seulement l'écoulement chez celui qui avoit des chancres diminua sensiblement, et l'humeur prit un caractère plus âcre pendant le gonflement des boutons, car il éprouva alors des cuissons très-vives.

Celui qui recevoit des frictions ne put les continuer: mais je fis continuer à l'autre ses pilules mercurielles, dont je réduisis la dose à deux, de quatre grains chaque; c'étoient celles de la *Pharmacopée de Paris*. L'un et l'autre fut purgé après la chûte des croûtes, et reprit le traitement antivénérien, qui fut suivi d'un succès heureux.

Dans ces deux malades il existoit visiblement deux virus dont la nature est essentiellement différente. Ils ont agi l'un et l'autre en même temps : mais il m'a paru qu'ils agissoient l'un et l'autre séparément, chacun à leur manière, sans que l'un influât sur l'autre ; du moins le variolique n'a offert dans sa naissance, son développement et ses effets, rien qu'on ne remarque chez les sujets les mieux constitués, qui ont une petite vérole discrète et *bénigne.* Aussi je n'ai pu me refuser à ranger ces deux petites véroles dans la classe de celles qui militent en faveur de l'opinion, que les préparations mercurielles mitigent l'action du virus variolique, et rendent la maladie plus douce et plus régulière.

Une seconde conséquence plus directe, et singulièrement précieuse, c'est qu'il doit rester pour constant de ces deux observations, que l'on peut, sans danger, traiter à la fois la petite vérole et la grosse, en choisissant des préparations mercurielles dont l'emploi se concilie avec l'état de la peau dans la petite vérole. Ainsi doivent disparoître ces craintes et ce découragement qu'inspiroit la complication des deux maladies.

Pour donner plus de poids à la conséquence que j'ai déduite de ces quatre observations sur les bons effets des préparations mercurielles dans le traitement de la petite vérole, j'ai, autant que mes occupations journalières me l'ont permis, rassemblé tout ce qui a été écrit sur le même objet depuis Ettmuller jusqu'à ce jour ; j'ai discuté les différentes observations et expériences,

afin de pouvoir fixer le degré de confiance que l'on doit avoir dans l'usage du mercure administré avant et pendant la petite vérole. Ce travail a fait la matière de plusieurs mémoires trop longs pour trouver place dans ce volume.

MÉMOIRE

Sur l'emploi des bouches à feu pour lancer les grenades en grande quantité,

Par le citoyen Marescot.

Lu le 16 vendémiaire an 5.

Pendant le cours de la guerre actuelle, j'ai eu plusieurs occasions de juger avec quel succès nos ennemis font usage des grenades lancées en grande quantité au moyen des bouches à feu ; c'est particulièrement dans la guerre de siége qu'il est facile d'observer combien cette arme est meurtrière. Souvent, mais toujours inutilement, j'ai invité nos canonniers à s'en servir ; tous paroissoient en ignorer ou en avoir oublié l'usage. Je voyois avec peine nos rivaux avoir sur nous un avantage aussi précieux, et c'est avec empressement que j'ai saisi l'occasion de dissiper une ignorance injurieuse à notre nation. Je vais donner le résultat de quelques expériences que j'ai fait faire à Landau, qui, si elles ne sont pas complètes, prouveront du moins qu'il ne tient qu'à nous d'employer les grenades d'une manière aussi efficace que nos ennemis.

Je pense qu'un jet de grenades remplit pleinement son objet lorsqu'il se répand uniformément, au nombre

de quinze ou vingt, sur un espace circulaire de trois ou quatre décamètres (quinze ou vingt toises) de diamètre, et lorsqu'il est porté assez loin de la bouche à feu pour que les éclats, qui sont encore dangereux à huit décamètres (environ quarante toises), ne reviennent pas blesser le bombardier. Les expériences suivantes n'ont donc pas eu pour motif d'éprouver la plus grande distance à laquelle une bouche à feu peut lancer un nombre déterminé de grenades : mais le tableau suivant indique les combinaisons les plus avantageuses de poudre et de grenades pour remplir l'objet proposé ; car une trop forte charge de poudre disperse les grenades, ou en détache les fusées, et l'effet desiré est manqué.

Les grenades se placent dans un panier qui repose sur un plateau de bois : on a remarqué qu'il n'est pas nécessaire que le plateau soit percé de trous pour que le feu se communique aux grenades. Les grenades dont on s'est servi sont de celles qu'on jette à la main, et dont chacune pèse sept cent trente-quatre grammes, ou une livre et demie environ. La poudre étoit de la meilleure qualité de celle qu'on emploie à la guerre.

ESPÈCES des BOUCHES A FEU.	ANGLES de projection.	NOMBRE des grenades.	CHARGES DE POUDRE exprimées		PORTÉES MOYENNES exprimées	
			En grammes.	En livres.	En mètres.	En toises.
Pierrier de 15 pouces 5 lig. de diamètre à la bouche	degrés. 45	15	grammes. 244	liv. onc. // 8	mètres. 185	toises. 95

ESPÈCES des BOUCHES A FEU.	ANGLES de projection.	NOMBRE des grenades.	CHARGES DE POUDRE exprimées		PORTÉES MOYENNES exprimées	
			En grammes.	En livres.	En mètres.	En toises.
	degrés.		grammes.	liv. onc.	mètres.	toises.
Obusiers (1).......	//	//	//	// //	//	//
Mortier ordinaire de 10 pouces........	45	15	489	1 //	234	120
Mortier ordinaire de 12 pouces........	44	20	520 (2)	1 8	300	154
Mortier de 12 pouces, dit à la Gomer, ou à grande portée.	44	20	1498 (3)	3 8	409	210

Je ne puis terminer cette note sans faire connoître deux petits phénomènes assez curieux dont j'ai été témoin.

1°. Une grenade portée à quatre-vingts toises environ s'est détachée du grouppe avec lequel elle avoit été lancée, s'est relevée de terre, et, prenant un cours opposé, est venue retomber à trois ou quatre décamètres (quinze ou vingt toises) derrière le pierrier qui l'avoit lancée, après avoir brûlé sa charge, et sans avoir éclaté. J'ai remarqué que cette grenade avoit l'œil très-ouvert, et la partie environnante plus épaisse et plus pesante que le reste.

(1) Les résultats peu satisfaisans font regarder cette arme comme peu propre au jet des grenades.

(2) Ou les trois septièmes de sa charge ordinaire.

(3) Ou le tiers de sa charge ordinaire.

J'imagine que la charge enflammée aura soufflé par cet œil, et qu'en s'échappant elle aura enlevé la grenade avec la même force de réaction qui fait monter en l'air les fusées. La direction exactement rétrograde qu'a prise la grenade n'est due qu'au hasard; sans doute elle pouvoit être toute autre.

2°. Un mortier de douze pouces, à grande portée, a été chargé avec quatorze cent quatre-vingt-dix-huit grammes de poudre (trois livres huit onces) et vingt grenades; après avoir tiré, on a trouvé, dans le mortier, des éclats dont la masse étoit équivalente à la moitié ou environ d'une grenade. Ces éclats ne pouvoient être que les débris d'une grenade éclatée à la sortie du mortier, et que le hasard y avoit rejetée. Ceci semble indiquer qu'une grenade, en éclatant, imprime à chacun de ses éclats une vîtesse initiale plus grande que celle que communique aux grenades elles-mêmes l'explosion du mortier.

EXPÉRIENCES

Relatives à la circulation de la séve dans les arbres,

Par le citoyen Coulomb.

Lu le premier floréal an 5.

Vers la fin de germinal de l'an 4, j'ai fait abattre plusieurs grands peupliers d'Italie. La séve avoit déja commencé à monter, et les arbres étoient couverts de feuilles naissantes. En suivant le travail des ouvriers, je m'apperçus qu'un de ces arbres, qui étoit coupé jusqu'à quelques lignes de distance de l'axe de l'arbre, rendoit, à la coupure, un bruit pareil à celui que produit de l'air lorsqu'il sort en abondance, et par petits globules, de la surface d'un fluide. En continuant à faire abattre plusieurs arbres de la même espèce, j'observai que ce bruit, ainsi que l'écoulement d'une eau très-limpide et sans saveur, n'avoit lieu que lorsque les arbres étoient presque à moitié coupés. Je fis ensuite entailler quelques arbres circulairement, en sorte qu'ils ne tenoient que par un cylindre de trente à quarante millimètres de diamètre, placé à l'axe des arbres. Ces arbres, en tombant, restoient souvent unis à cet axe par des fibres en partie

rompues, et pour lors on voyoit sortir en grande abondance des bulles d'air dont le volume étoit, sans nulle proportion, beaucoup plus considérable que celui de l'écoulement de l'eau séveuse. Cette eau, au surplus, étoit parfaitement limpide, et n'avoit aucun goût.

D'après cette expérience, je soupçonnai que la séve, dans les gros arbres, ne montoit sensiblement que vers l'axe qui forme le canal médullaire des jeunes branches, ou au moins dans les vaisseaux qui avoisinent ce canal.

Pour m'en convaincre, je fis tout de suite percer, avec une grosse tarière, quatre ou cinq peupliers de trois à quatre décimètres de diamètre; le trou fut fait à un mètre au-dessus du sol, et dirigé horizontalement vers l'axe de l'arbre: j'observai que jusqu'à deux ou trois centimètres de distance du centre de l'arbre, la mèche de la tarière étoit à peine humide; mais que, dès que j'étois parvenu à cette distance de l'axe de l'arbre, l'eau sortoit en abondance, et que l'on entendoit un bruit continu de bulles d'air qui montoient avec la séve et crevoient dans le trou formé par la tarière.

Ce bruit a continué d'avoir lieu dans les arbres ainsi percés, pendant tout l'été; cependant il a toujours été en diminuant. Il étoit, comme on peut le prévoir, d'autant plus grand, que l'ardeur du soleil augmentoit la transpiration des feuilles. Il étoit presque nul pendant la nuit, ainsi que dans les jours humides et froids.

D'après le bruit et la quantité de bulles d'air qui s'échappent, il paroît que le volume d'air ou de gaz, de quelque espèce qu'il soit, qui monte avec la séve, est,

sans nulle proportion, comme nous l'avons déja dit, plus considérable que celui de la séve.

Ne pourroit-on pas conjecturer, d'après cette observation, que la seule circulation qui ait lieu dans les arbres, se fait par les parties qui avoisinent le canal central de l'arbre, et par cette infinité de rayons médullaires horizontaux, à l'extrémité desquels l'on voit toujours se former et éclore les bourgeons, et s'établir une communication médullaire avec l'axe de l'arbre ; communication dont le diamètre augmente à mesure que le bourgeon grossit et qu'il passe à l'état de branche ?

Je soumets, au surplus, cette expérience aux botanistes ; elle me paroît devoir jeter quelque jour sur la physique végétale : je les engage à la répéter.

OBSERVATIONS

Sur des morsures faites à des hommes par des chiens enragés,

Par le citoyen SABATIER.

Lu le 16 floréal an 5.

LORSQU'EN 1784 je communiquai à l'Académie des sciences une observation sur un grand nombre de morsures faites à une même personne par un chien enragé, et traitées avec succès, dont elle a permis l'impression dans le volume de ses Mémoires pour cette année, je dis que le cas dont j'avois l'honneur de lui faire part n'étoit pas le seul dans lequel j'eusse employé la cautérisation pour prévenir la rage : je parlai d'un soldat que j'avois traité en 1775, d'un enfant pour qui j'avois donné des conseils quelque temps après, et d'un officier et d'un sous-officier à chacun desquels j'avois coupé en 1780 une phalange du doigt mordu. Ces faits, dont je n'employai que les résultats, étant moins concluans que celui que je venois de présenter, je pensai que ce résultat étoit suffisant. Depuis ce temps je n'ai eu qu'une seule occasion d'en voir de la même espèce.

La cautérisation a été faite au moyen du muriate d'antimoine, comme au blessé de 1784. La personne

qui en est le sujet n'a point eu d'atteinte de la rage. Si on tiroit de chacun de ces faits une induction trop positive en faveur de ce moyen de prévenir les effets de l'insertion du virus hydrophobique, on s'exposeroit à se tromper. On ne peut cependant disconvenir que leur réunion à celui de 1784, et à ceux qui ont été communiqués à la Société de médecine par feu Le Roux, chirurgien de réputation à Dijon, et qui ont été imprimés dans le recueil des Mémoires de cette compagnie, ne donne des présomptions extrêmement fortes de son efficacité. Ce seroit déja une chose utile que de les exposer dans tous leurs détails, pour diriger et peut-être même pour fixer les idées des gens de l'art sur un objet aussi important; mais ce n'est pas le seul but que je me propose dans ce mémoire. Outre les blessés à qui j'ai donné des soins, et qui ont été préservés, d'autres, pour qui ces soins n'ont pas été aussi efficaces, ou à qui des circonstances particulières ne m'ont pas permis de les administrer, sont morts hydrophobes. J'ai cru devoir conserver l'histoire des uns et des autres, afin de concourir à faire mieux connoître une maladie que l'on ne peut trop redouter, et dont les symptomes ne me paroissent pas avoir été décrits avec assez d'exactitude.

Le 18 août 1766, vers le déclin du jour, un soldat invalide qui étoit de garde à la porte de l'hôtel de la Guerre à Versailles, étant enveloppé de sa capote, et ayant les bras croisés sur son estomac, vit venir à lui un chien qui s'assit sur son train de derrière, et qui le fixa pendant long-temps. Fatigué de la présence de cet

animal, il lui cria de se retirer. A l'instant le chien se leva, lui mit les pattes de devant sur la poitrine, et le mordit au visage. Le fusil de ce factionnaire, qui étoit appuyé sur la muraille, tomba par les mouvemens que celui-ci fit pour se garantir. Ne pouvant le ramasser sans s'exposer à être mordu une seconde fois, il tira son épée; mais l'animal s'enfuit. Le soldat étoit blessé au grand angle de l'œil droit, et à la commissure des lèvres du même côté. Ses plaies saignèrent beaucoup: néanmoins elles se cicatrisèrent promptement, et le blessé n'en a pas été incommodé depuis.

Les craintes qu'on lui inspira sur les suites que cet accident pouvoit avoir, le déterminèrent à faire usage d'un remède que distribuoit alors un particulier qui habitoit le village de Viroflay. Il devoit le prendre pendant neuf jours; mais ses chefs l'envoyèrent à l'hôtel des Invalides pour y être traité.

Les bons effets que l'on disoit avoir éprouvés de l'usage des frictions mercurielles dans des cas de cette espèce, me déterminèrent à les lui administrer. Après l'avoir fait saigner et purger, je lui en fis donner huit, de deux jours l'un, de deux gros chacune, et je le fis baigner en même temps; de sorte qu'il usa deux onces de pommade mercurielle à parties égales, et qu'il prit quinze bains. Ce traitement fut terminé par deux purgations, et finit le 15 du mois de septembre.

Jusque-là le blessé n'avoit eu que quelques vertiges: du reste il avoit bon appétit, et son aspect étoit naturel. Le lendemain 16, il se plaignit de pesanteur à la tête,

et ses traits me parurent altérés. La nuit avoit été inquiète et agitée. Je lui prescrivis un bol fait avec l'oxide mercuriel jaune par l'acide sulfurique et la racine de zédoaire, à la quantité de quatre grains chaque, dans un peu de thériaque, et quelques verres d'une tisane sudorifique. Ces remèdes, dont il fit usage pendant trois jours, le purgèrent raisonnablement. La douleur de tête et les vertiges se dissipèrent; mais l'appétit diminua : les traits de son visage s'altérèrent d'une manière plus sensible, et les nuits furent troublées par des songes effrayans.

Le 25 il se déclara un nouveau symptome : le blessé eut des convulsions au visage et à la gorge lorsqu'il voulut boire. Je lui fis prendre alors des bols préparés avec l'assa-fœtida, le musc et l'oxide de mercure sulfuré rouge, lesquels lui furent donnés de trois en trois heures, et je lui prescrivis une embrocation sur le cou avec l'huile d'amandes douces et l'ammoniaque.

Le 26, l'horreur pour la boisson devint plus marquée. Le blessé se sentoit étouffé lorsqu'il vouloit boire : cependant il supportoit la vue de l'eau, et il en entendoit le bruit sans peine. Ses yeux étoient hagards, son pouls foible et lent. On lui continua le même bol que la veille, avec l'addition d'un grain, puis de deux grains d'opium, et on lui donna pour boisson une infusion de fleurs de tilleul. Quoique l'horreur de l'eau continuât encore, elle parut moindre, et le blessé but un peu, mais d'une manière qui n'étoit pas naturelle.

Le 27, des envies de vomir fréquentes déterminèrent

à donner quatre grains de tartre stibié dans autant de petits verres d'eau, lesquels firent peu vomir, et produisirent assez d'effet par bas. L'après-midi, la difficulté d'avaler augmenta ; on reprit les remèdes de la veille. La vue de l'eau parut être fort incommode ; le pouls devint dur et serré ; la voix étoit rauque, et la respiration gênée.

Le 28, les choses étoient dans ce même état. Le malade avaloit encore assez bien : il voulut même que je lui accordasse une petite soupe, dont il prit quelques cuillerées. Sur le soir il y eut des secousses convulsives à la tête et au cou, et des frissonnemens par tout le corps. Ces symptomes se renouveloient au moindre bruit. Le malade étoit tourmenté de la crainte de mourir.

Le 29, il survint du délire ; la voix fut plus rauque que les jours précédens, la respiration plus convulsive. Il passa encore un peu de boisson, mais avec une peine extrême. Le malade cracha beaucoup dès le matin ; et ce nouveau symptome augmenta à tel point dans la journée, qu'il crachoit à chaque instant, et à plus de douze pieds de distance ; ce qui obligea à fermer les rideaux de son lit, et à ne l'aborder que couvert d'un drap plié en plusieurs doubles. Vers les quatre heures après midi il cessa absolument de rien prendre. Son visage se décomposa entièrement ; le délire étoit moins fort, et n'avoit rien de furieux. Ce blessé ne rendoit pas d'écume par la bouche ; il n'avoit nulle envie de mordre. Enfin il mourut à six heures du soir, en essayant de cracher.

Je n'avois pas encore eu occasion de voir des personnes attaquées de la rage, et de faire l'examen de leur corps. Mes élèves montroient la même répugnance que moi à y procéder. Je pris le parti d'engager quelques-uns de ceux de l'hospice de l'Humanité, qui en ont l'habitude, à venir faire l'ouverture du cadavre. Leur sécurité excita la mienne, et j'y procédai avec eux. La tête, la poitrine, le bas ventre, me parurent dans l'état naturel. Aucun des viscères de cette dernière cavité ne m'offrit de ces resserremens spasmodiques que l'on rencontre en d'autres occasions. Je ne trouvai rien d'extraordinaire non plus dans la bouche, dans le pharynx, ni dans l'œsophage; il n'y avoit ni inflammation, ni étranglement. Ces parties étoient seulement d'une teinte verdâtre, que j'attribuai à une portion de l'assa-fœtida qui entroit dans la composition des bols, et qui avoit été délayée par la salive en les traversant. Je remarquai alors comme une singularité frappante, que quoique le blessé eût pris une grande quantité de musc, son corps et ses vêtemens n'eussent conservé que l'odeur de l'assa-fœtida. Je conseillai, par un excès de précaution que quelques auteurs célèbres ont prescrit, de brûler les linges et les habits qui avoient servi à ce malheureux, et de faire échauder les murs de la salle qu'il avoit habitée, et qui étoient salis par ses crachats.

Il se passa plus de huit ans avant que j'eusse occasion de voir d'autres personnes mordues par des chiens enragés. Cette occasion se présenta le 19 mars 1774. Près de trois mois avant, c'est-à-dire le 24 décembre pré-

cédent, un sous-officier, qui étoit de faction la nuit derrière le dôme de l'hôtel des Invalides, fut mordu au doigt indicateur de la main droite par un chien. Il ne dit rien de son accident, qu'il étoit bien loin de regarder comme étant d'une aussi grande conséquence, et il continua à vivre à sa manière ordinaire. Le jour indiqué ci-dessus, il se rendit aux infirmeries vers les cinq heures du soir, après avoir eu la veille des incommodités qui ne portoient aucun caractère, et après avoir passé une mauvaise nuit. Je lui prescrivis un régime convenable, et une saignée au bras. Lorsque l'élève en chirurgie se présenta pour la lui faire, le blessé lui dit qu'il se sentoit fort oppressé. En effet, sa respiration étoit fréquente, laborieuse, et accompagnée d'une sorte de tremblement convulsif. La boisson qu'on lui présenta le jeta dans une grande agitation : il ne put approcher le vase de ses lèvres, et jeta loin de lui le liquide que ce vase contenoit. Peu d'instans après, il prit dans sa bouche, sans pouvoir l'avaler, une petite quantité d'eau qui excita une convulsion plus forte que celles qu'il avoit éprouvées ; il ne crachoit pas encore. Ce symptome ne s'est déclaré que le lendemain, vers les dix heures du matin : il a continué jusqu'à sa mort arrivée le même jour à neuf heures du soir. Pendant ce temps le blessé a rendu un peu d'écume par la bouche. Son corps étoit couvert d'une sueur froide et visqueuse ; il avoit un aspect effrayant. La boisson qu'on essayoit de lui faire prendre le jetoit dans un tremblement universel. Il poussoit de fréquens gémissemens qui avoient

quelque analogie avec ceux que rendent les chiens lorsqu'ils souffrent. Ses derniers momens furent précédés de perte entière de connoissance. L'examen de son corps ne m'a présenté rien que de naturel, même dans la bouche, le pharynx, l'œsophage et l'estomac; il n'y avoit qu'une sorte de rugosité blanche et sans inflammation à la partie supérieure de l'œsophage; le bas ventre étoit fort météorisé.

Le troisième cas de cette espèce que j'aie vu est celui de 1775. La nuit du 2 au 3 septembre, un chien étranger qui s'étoit introduit dans l'hôtel des Invalides, étant monté, sur le minuit, dans l'escalier qui menoit au gouvernement, un sous-officier, qui étoit de faction, et qui le vit venir à lui, lui cria de se retirer. Quoique l'animal fût à plus de dix pieds de distance, il s'élança sur lui, et l'atteignit au-dessous du teton gauche, en tirant un peu vers l'aisselle, d'un coup de croc qui pénétra à travers la bandoulière de son fourniment, et à travers son habit, sa veste et sa chemise. Le sous-officier blessé frappa le chien avec le bout du canon de son fusil, et le jeta loin de lui dans l'escalier, d'où il ne revint plus. Vers les deux heures après minuit, l'animal ayant rencontré dans la grande cour un soldat ivre qui s'étoit endormi sur le gazon, il le mordit en plusieurs endroits, au sommet de la tête, au coin de l'œil du côté gauche, d'où il enleva un lambeau de la paupière d'en haut, et à la lèvre supérieure. Les cris de ce soldat furent entendus par le sous-officier, qui en ignoroit la cause, et qui se souvenoit à peine de ce qui lui étoit

arrivé deux heures avant : d'ailleurs il n'auroit pu quitter son poste. Depuis ce temps, le chien étant entré, au point du jour, dans une cour voisine, il y exerça sa rage sur plusieurs porcs, sur des poules et sur des canards qu'il y rencontra. A peu près dans le même temps, un domestique sur qui il venoit se sauva dans une salle, où ayant trouvé un bâton, il s'en saisit, et en sortit pour assommer le chien. Cet animal prenoit le chemin des infirmeries. Le domestique eut le temps de crier qu'on en fermât les portes; et se trouvant seul avec lui dans la cour qui les précède, il fit en sorte d'en éviter les atteintes, et il le tua sans en être blessé.

Dès le matin cet accident fit grand bruit dans l'hôtel. Le sous-officier vint me trouver à onze heures, et me raconta ce qui lui étoit arrivé. Je lui conseillai de se rendre aux infirmeries, où je le suivis peu après; et l'ayant fait coucher sur le dos, je lui brûlai sur le lieu blessé une mèche fort épaisse que j'avois préparée avec de bon amadou, retenu par un fil de laiton mince, laquelle produisit une escarre de la largeur d'une pièce de vingt-quatre sous.

Le lendemain mardi, quelques personnes parlèrent d'envoyer les blessés à la mer, et elles proposèrent de se cotiser pour subvenir aux frais de ce voyage. Les chefs de l'administration, qui en furent instruits, pensèrent que ces frais devoient être pris sur les fonds de l'hôtel, et ils s'adressèrent au ministre de la guerre pour en obtenir l'agrément. Cette demande fut aussitôt accordée. Il se présentoit une difficulté assez grande :

on ne savoit comment envoyer les blessés, et par qui les faire accompagner. J'offris de me charger de cette commission, fort épineuse pour tout autre dans le cas où les accidens de la rage viendroient à se déclarer pendant la route. Les préparatifs ayant été faits avec promptitude, nous partîmes ce jour même à trois heures après midi dans deux voitures, une pour les blessés, l'autre pour moi et pour mon domestique, homme robuste et fort intelligent, et capable de me seconder au besoin.

Les blessés s'étant trouvés fatigués, je fus obligé de les laisser reposer à Rouen pendant quelques heures. J'employai ce temps à prendre des informations sur l'immersion des personnes mordues par des animaux enragés. Qui que ce soit ne put m'en donner. On savoit bien qu'il étoit d'usage de les envoyer à la mer; mais on ignoroit la manière dont elles y étoient plongées, et il me parut qu'on ne croyoit pas que ce procédé pût être de la moindre utilité. Nous nous remîmes en route pour Dieppe, où nous arrivâmes le mercredi soir, troisième jour de l'accident.

A peine fûmes-nous descendus à l'auberge, que la maîtresse de la maison, à qui je fis part du sujet de mon voyage, me dit que l'immersion dans la mer étoit une chose fort fréquente, que beaucoup de gens venoient s'y soumettre, qu'elle ne se faisoit qu'une seule fois à la marée montante, qu'il y avoit des gens qui avoient seuls le droit de la faire, et que, le moment étant favorable, elle alloit en faire venir quelques-uns.

Effectivement, au bout de quelque temps il se présenta à moi une espèce de matelot qui me confirma ce qui venoit de m'être dit, et qui ajouta qu'avant une heure je serois quitte de l'opération, et libre de m'en retourner si je le voulois. Il revint peu après avec trois autres de ses camarades, et nous allâmes tous ensemble au bord de la mer. On y fit déshabiller les blessés, et on ne leur laissa pas même le cordon de leurs cheveux, ni une bague que l'un d'eux portoit à un doigt. Chaque homme fut saisi par les coudes et par-dessous les aisselles par deux hommes nus aussi, et qui n'étoient couverts que d'une espèce de tablier fort court, et on les fit descendre à reculons sur le galet, jusqu'à ce qu'ils eussent de l'eau à la hauteur de la hanche. Alors leurs conducteurs, qui avoient le visage tourné vers la mer, les jetèrent à la renverse au moment où la vague montoit. A peine fut-elle passée, qu'on les releva pour les plonger une seconde fois à l'approche d'une autre vague, puis une troisième, une quatrième et une cinquième fois. La surprise leur avoit fait jeter un grand cri à la première immersion, mais ils ne dirent rien aux autres; et lorsqu'ils revinrent après la cinquième, ils étoient médiocrement étourdis. On les essuya, ils se rhabillèrent, et nous revînmes à l'auberge.

Les baigneurs me dirent qu'ils étoient au nombre de six; qu'eux seuls avoient le droit d'exercer leur métier; qu'ils étoient reçus et recrutés par le corps municipal; enfin qu'ils étoient absolument nus comme les malades qu'ils baignent, mais qu'étant souvent dans le cas d'exercer

leur ministère sur des personnes de tout âge et des deux sexes, ils avoient obtenu la permission de se couvrir. Ces gens simples ne doutoient pas du succès de leur opération, et, à les entendre, personne de ceux qui s'y étoient soumis n'étoit mort enragé.

Leur pratique superstitieuse, et la simplicité du procédé qu'ils mettoient en usage, m'en donnoient une toute autre idée. Si l'immersion se fût faite de haut, si elle eût duré assez long-temps pour faire perdre connoissance aux malades, si c'eût été un bain que l'on eût renouvelé plusieurs jours de suite, j'aurois pu croire qu'elle auroit eu quelque effet; mais, n'étant que momentanée, et n'ayant presque rien qui pût surprendre ou effrayer, comment espérer qu'elle fût utile ?

Aussi, à mon retour à Paris, pensois-je très-sérieusement à faire prendre à mes blessés quelques-uns des remèdes accrédités contre la maladie dont ils étoient menacés. Je penchois pour celui des Chinois, qui consiste dans l'opium, l'oxide de mercure sulfuré rouge et le musc donnés à forte dose, et aux bains d'eau salée, lorsque le médecin de l'hôtel s'en empara; il leur fit donner de l'ammoniaque, qui étoit alors en crédit, et quelques bains domestiques simples. Je demeurai tranquille spectateur de la méthode que l'on alloit suivre, et je me contentai de faire suppurer la plaie que j'avois faite au sous-officier, par l'application de la mèche d'amadou. Comme cette plaie paroissoit disposée à se fermer, je la renouvelai au moyen d'un plumasseau trempé dans une forte dissolution de potasse

concrète qui produisit une large escarre. Depuis ce temps je n'ai plus rien fait, parce qu'il s'étoit écoulé près de quarante jours depuis l'accident. Le médecin cessa aussi d'administrer l'ammoniaque, et les deux blessés sortirent de l'infirmerie, et furent rendus à leur manière de vivre et à leurs exercices ordinaires.

Le mercredi 25 octobre suivant, le soldat blessé à la tête, et dont je n'avois pas osé cautériser les plaies par rapport à leur nombre et à leur position, vint à l'infirmerie prendre une médecine que des incommodités commençantes, et dont il ignoroit la nature, lui firent juger nécessaire à son état. Lorsqu'elle eut produit son effet, il se retira dans sa chambre, et se jeta sur son lit sans penser à aller prendre ses repas, et il y resta jusqu'au jeudi matin qu'on le ramena à l'infirmerie. Il étoit agité, et faisoit des contorsions que les personnes non instruites prenoient pour des accès de folie. Le médecin qui le vit à quatre heures du soir, prescrivit une saignée au pied. L'imagination du malade fut troublée par la vue de l'eau, et il tomba dans une grande agitation. Ce fut alors qu'il commença à cracher, et fort loin. Il crut que les draps dont on se couvroit pour l'aborder étoient des couvertures sous lesquelles on vouloit l'étouffer. Ce ne fut qu'avec peine qu'on parvint à le rassurer. Il étoit six heures lorsque j'arrivai. Je le trouvai plus calme : cependant il poussoit de fréquens gémissemens, et avec un son de voix si semblable à celui du second blessé, que mon domestique, que la curiosité avoit engagé à me suivre, l'entendant de loin,

jugea qu'il étoit attaqué de la rage. Ce malheureux me reconnut fort bien, et il me demanda s'il étoit condamné à mourir. La plus grande incommodité qu'il éprouvât étoit de ne pouvoir boire, et d'avoir à la mâchoire inférieure et à la gorge un resserrement fort incommode. Il crachoït beaucoup; ses traits étoient altérés au point de le rendre méconnoissable. Il continuoit à pousser des sanglots. Son pouls étoit serré et petit, et sa peau froide. Je lui demandai s'il ne pourroit point boire. Il me dit qu'il alloit essayer; et prenant un biberon d'étain dans lequel on avoit mis de la tisane, il fut long-temps sans oser le porter à sa bouche, et il le regardoit avec effroi. Cependant il parvint à en saisir le bec entre ses dents, et à faire tomber une cuillerée ou deux de liqueur dans sa bouche; mais il ne put l'avaler, et il la rejeta sur-le-champ avec une espèce de tremblement convulsif dans toutes les parties de son corps. Un second essai ne fut pas plus heureux; il ne put avaler, et rejeta ce qu'il avoit pris : mais, à la troisième fois, il avala en une seule gorgée toute la liqueur qu'il avoit fait couler dans sa bouche; ce ne fut pas sans un grand effort, et sans retomber dans ce mouvement convulsif qu'il avoit essuyé l'instant précédent. Je le quittai alors, bien convaincu qu'il étoit attaqué d'hydrophobie, et que son état étoit la suite des blessures qui lui avoient été faites par le chien. Comme je prévoyois qu'il mourroit la nuit ou le lendemain, je ne prescrivis aucun médicament, et je dis qu'il falloit le lier pour prévenir tout accident, en cas qu'il lui prît des envies

de mordre. Il parut plus tranquille depuis ma visite; cependant il eut encore quelques instans d'agitation, et on remarqua qu'en d'autres momens il se plaignoit plus qu'à l'ordinaire. La mort termina ses souffrances vers minuit et demi.

Le lendemain 28, je procédai à l'ouverture de son corps. La bouche, le pharynx, l'œsophage et l'estomac ayant été ouverts dans toute leur étendue, j'ai trouvé le voile du palais un peu rouge et comme légèrement enflammé, un amas de matière muqueuse et grisâtre à la quantité d'à peu près une cuillerée à la partie supérieure du pharynx; et à la partie inférieure de ce canal, vis-à-vis le bord inférieur du cartilage thyroïde, un rétrécissement de deux travers de doigt d'étendue, et qui auroit à peine reçu le tuyau d'une plume ordinaire. L'estomac, sans être sensiblement rétréci, présentoit des rugosités plus marquées et plus fréquentes qu'elles n'ont coutume de l'être : les autres parties du corps étoient dans la plus parfaite intégrité.

Je n'étois pas sans inquiétude sur le sort du sous-officier que le même chien avoit blessé. A la vérité, il n'avoit reçu qu'une plaie, laquelle, ayant été faite à travers la bandoulière de sa giberne et à travers ses vêtemens, pouvoit être regardée comme étant sans virulence, parce que la dent de l'animal avoit dû être essuyée avant d'atteindre la peau; mais on a vu des personnes contracter la rage à la suite de blessures si légères, que l'on pouvoit avoir quelques craintes sur son sort. Ce qui me rassuroit pour lui étoit la précaution que j'avois

prise de cautériser sa plaie moins de dix heures après son accident, de la renouveler quelque temps après, et de la faire suppurer long-temps. Je l'ai revu depuis, et à de longs intervalles; de sorte que je puis assurer qu'il n'a reçu aucune infection, ou qu'il en a été délivré par le procédé dont je me suis servi.

Les autres faits dont il me reste à parler ne présentent pas un tableau aussi effrayant : les personnes dont ils contiennent l'histoire ont échappé au malheur dont elles étoient menacées, par des moyens analogues. J'ai avancé que les faits dont il s'agit ne me paroissoient pas aussi concluans que celui qu'on vient de lire, et que celui de 1784 : néanmoins, lorsque je parcours les notes et les pièces originales qui y ont rapport, je ne puis m'empêcher de croire que les chiens qui avoient mordu étoient enragés, et que, si les blessés n'ont pas éprouvé les effets de la contagion, c'est parce que j'ai prévenu ces effets en faisant aux uns l'extirpation des phalanges de doigt sur lesquelles la morsure avoit porté, et en cautérisant les autres, ou peut-être parce qu'ils n'étoient pas susceptibles de cette contagion; car il doit en être du virus de la rage comme de tous les autres virus, lesquels ont besoin de rencontrer, dans les sujets qui en sont infectés, des dispositions favorables à leur développement.

Le jeudi 21 octobre 1780, un officier invalide s'apperçut que sa chienne ne vouloit pas souper. Le vendredi et le samedi elle refusa toute espèce d'aliment, et blessa trois gros chiens qu'elle rencontra sur les boulevards où

son maître l'avoit menée promener. Trois autres chiens et un chat en furent mordus le lendemain dimanche. Elle avoit les yeux hagards, couroit çà et là, et cherchoit à se jeter sur tous les animaux; ce qui ne lui étoit jamais arrivé. Cependant elle ne pensoit pas à exercer sa rage sur des hommes; et elle ne l'auroit peut-être pas fait, si l'officier à qui elle appartenoit ne lui eût fait prendre de la thériaque, comme on le lui avoit conseillé. Il en fut blessé à la dernière phalange du doigt indicateur de la main gauche; et un sous-officier de sa compagnie, qu'il avoit prié de lui aider, le fut à celle du pouce de la main droite. Sa patience étant alors à bout, il la prit par les pattes de derrière, et l'assomma sur le pavé.

Le lundi 25, on eut des inquiétudes sur le genre de maladie dont la chienne avoit été attaquée, et on engagea les blessés à venir chercher des secours à l'hôtel des Invalides, où ils arrivèrent à trois heures après midi. Je les vis sur-le-champ; ils étoient tranquilles, et ne croyoient pas avoir besoin qu'on leur fît subir de traitement. Néanmoins les circonstances qui viennent d'être exposées rendoient ce besoin fort vraisemblable. Nous eûmes beaucoup de peine, le médecin et moi, à leur persuader qu'ils pouvoient devenir malades, et à leur faire entendre que pour prévenir les suites de leur état, il n'y avoit pas de moyen plus sûr que de leur extirper les phalanges de doigts mordues. Ils s'y refusèrent pour ce jour-là, et nous crûmes devoir les purger le lendemain matin pour les disposer à l'opération, en cas que nous

pussions les y engager. Nos exhortations eurent leur effet, et je leur emportai à chacun le bout du doigt, le mercredi 27 au matin, environ soixante-douze heures après leurs blessures. Ils furent assujettis au régime que leur nouvel état exigeoit, et ces deux personnes ont rejoint leur compagnie, et n'ont éprouvé depuis aucun accident.

Le procédé que j'ai suivi dans cette occasion étoit le seul qui s'accordât avec le but que je me proposois, de prévenir l'explosion du virus en détruisant les parties qui en étoient infectées. Comment appliquer un cylindre d'amadou sur l'extrémité du pouce et sur celle du doigt indicateur? La peau de ces parties est d'un tissu trop serré pour penser que l'action du feu eût pénétré assez profondément. D'ailleurs il eût pu arriver des inflammations graves à la suite, au lieu qu'il n'y avoit rien à craindre de l'extirpation, dont l'effet étoit aussi sûr. Les personnes qui font le sujet de cette observation m'ont paru bien reconnoissantes, dans le temps, des soins que je leur avois donnés, et sur-tout du courage que j'avois su leur inspirer de se soumettre à l'opération que je leur ai faite. Depuis j'ai entendu dire qu'on leur avoit inspiré des doutes sur la nécessité de cette opération, et je ne puis nier que ces doutes ne soient un peu fondés; mais quel homme raisonnable n'aimeroit mieux souffrir un mal passager, et perdre une phalange de doigt, ou peut-être un doigt entier, que de rester exposé à une maladie dont il est infiniment douteux que personne ait jamais été préservé ou guéri par des remèdes intérieurs?

Je fus consulté à peu près dans le même temps, par un de mes confrères, pour un enfant de huit ans, mordu par un chien à l'avant-bras droit. Il y avoit sur l'état de l'animal des soupçons qui ne se sont que trop vérifiés depuis; car il passa pour constant qu'une autre personne qui en avoit été mordue aussi, est morte à l'hospice de l'Humanité de Paris, dans les accidens les moins équivoques de la rage. La plaie de l'enfant avoit beaucoup saigné; elle étoit couverte d'une espèce de croûte. Comme l'usage du muriate d'antimoine ne m'étoit pas encore connu, je conseillai d'appliquer sur le lieu blessé une large mèche d'amadou, et de l'y laisser brûler. Ce procédé a été suivi. L'escarre s'est trouvée de la largeur d'une pièce de vingt-quatre sous. Lorsqu'elle a été détachée par la suppuration, on a eu soin d'entretenir la plaie pendant long-temps, au moyen d'un onguent auquel on avoit ajouté de l'oxide rouge de mercure; et pour plus de sûreté, ou plutôt pour tranquilliser le père de l'enfant et les personnes qui s'intéressoient à lui, on lui administra une assez grande quantité d'onguent mercuriel en friction, et on lui fit prendre en même temps des bains. Ces soins ont eu tout le succès qu'on en attendoit. L'enfant a été vu long-temps après par la personne qui m'avoit consulté à son occasion, et il ne lui est rien arrivé.

Le dernier sujet à qui j'ai administré des soins pour des morsures faites par un animal enragé, est le fils d'un magistrat célèbre par son amour pour l'humanité. Ce jeune homme avoit été blessé à l'une des jambes en

divers endroits. Toutes les circonstances de cet accident se réunissoient pour donner les plus justes inquiétudes sur les suites qu'il pouvoit avoir. Ses parens s'étant adressés à moi, je leur conseillai de le soumettre à la cautérisation. Ils eurent beaucoup de peine à s'y décider : ce ne fut qu'après s'être fait rendre compte de ce que l'on avoit observé sur le chien qui avoit mordu, et avoir consulté les gens de l'art les plus accrédités sur les effets qui pouvoient résulter de ce procédé, qu'ils consentirent que je le misse en usage. Je me servis du muriate d'antimoine, après avoir agrandi avec le bistouri celles des morsures qui n'auroient pu permettre l'introduction du pinceau de linge chargé de ce caustique. L'opération n'eut que les suites qui en sont inséparables ; elle causa quelques douleurs, attira une inflammation médiocre, et fut suivie de suppuration et de détachement des escarres. On crut devoir administrer en même temps des onctions mercurielles. Quoique je fusse certain qu'elles étoient parfaitement inutiles, je ne pus m'opposer à l'emploi d'un remède qui a été si fortement préconisé. Les partisans qu'il a conservés ne manquèrent pas d'attribuer la guérison du jeune homme à son usage. Mon opinion, au contraire, est que cette guérison est due à l'action de cautériser, en supposant toutefois que le chien ait été véritablement enragé.

En joignant l'observation de 1784 à celles qui sont exposées dans ce mémoire, on verra que j'ai été à portée de suivre ou de donner des conseils à onze personnes

mordues par des chiens, dont les uns étoient très-certainement enragés, et les autres fortement présumés de l'être. De ces onze personnes, cinq sont mortes de la rage, trois ont été préservées des suites de l'infection qu'elles avoient reçue, et les trois autres n'ont éprouvé aucun accident, quoiqu'il fût excessivement probable que les animaux qui les avoient blessées étoient malades.

Ceux qui ont péri de la rage en ont été attaqués à des époques différentes. Le premier a eu de légers vertiges dès les premiers jours de sa blessure; peu-à-peu il a senti sa tête s'appesantir, et ses idées se troubler. Les traits de son visage ont paru altérés d'une manière sensible. Il passoit les nuits dans l'agitation, et son sommeil étoit troublé par des songes effrayans. Tout annonçoit le malheur dont il étoit menacé : ce malheur n'a été confirmé que le trente-septième jour de ses blessures. Les mouvemens convulsifs survenus au visage à l'approche de l'eau, n'ont plus laissé de doutes sur son état. Le second malade a joui d'une sécurité beaucoup plus longue : blessé le 24 décembre, il n'a commencé à être incommodé que le 19 mars suivant, quatre-vingt-six jours après avoir été mordu. Cependant ils étoient l'un et l'autre dans le même cas, eu égard à la nature des parties intéressées, puisque tous deux avoient été atteints au visage; ce que l'on croit devoir être plus dangereux que quand la plaie se trouve en des parties plus éloignées. Le troisième étoit dans des circonstances bien plus défavorables : non seulement il avoit été blessé en

plusieurs endroits au visage, mais il l'avoit été au sommet de la tête, et l'une des blessures étoit à lambeaux. Les accidens se sont développés chez lui au bout de cinquante-deux jours. Les deux derniers n'ayant pas été soumis à mes soins, je ne puis assigner avec exactitude le temps de l'invasion de leur maladie, rendre compte des symptomes qui l'ont caractérisée, ni dire combien de temps elle a duré.

Chez ceux que j'ai vus, les symptomes ont été à peu près les mêmes : mouvemens convulsifs à la gorge et au cou, difficulté d'avaler des liquides, frémissement à leur aspect, gêne dans la respiration, foiblesse et concentration du pouls, altération des traits du visage, crainte de la mort, gémissemens sourds et profonds assez semblables à ceux que rendent les chiens malades ou blessés, crachats abondans que l'un d'eux poussoit à une grande distance, enfin perte absolue de connoissance quelques momens avant la mort. Ils avaloient assez bien les solides, ce qui a permis de leur administrer quelques médicamens, et ils ne refusoient pas totalement les liquides. La répugnance que la nature de leur maladie leur inspiroit à cet égard étoit incroyable : néanmoins ils cédoient, autant qu'il étoit en eux, au conseil qu'on leur donnoit d'en faire usage. Je n'ai pas vu que leur délire ait été furieux, et qu'il ait été accompagné de l'envie de mordre : aussi les approchois-je sans crainte, et je n'ai pas eu d'autre précaution à prendre avec eux que celle de me garantir de leur salive. On aura sans doute remarqué que les plaies de ces blessés ne sont pas

devenues douloureuses à l'approche des accidens qui devoient terminer leur vie en si peu de temps, que les environs ne se sont pas tuméfiés, et qu'elles ne se sont pas rouvertes, ce qui est contraire à l'opinion généralement reçue.

La durée de la maladie n'a pas été la même chez les sujets dont je parle. Le premier, quoique sensiblement affecté dès les premiers temps de sa blessure, puisqu'il avoit de la pesanteur à la tête, etc. n'a éprouvé des effets manifestes de l'action du virus que cinq jours avant sa mort; de façon qu'il a été hydrophobe pendant cent huit heures. Le second, attaqué plus tard, n'a été malade que pendant soixante heures, dont vingt-quatre se sont passées avec des incommodités médiocres, que l'on auroit pu attribuer à toute autre cause qu'à celle qui l'a fait périr; de sorte que, chez lui, l'hydrophobie n'a duré que trente-six heures. Le troisième n'a eu aucun avant-coureur de cette maladie; les premiers symptomes la caractérisoient, et elle a eu la même durée, ou tout au plus celle de quarante-deux heures.

L'ouverture du corps de ces blessés ne m'a rien fait voir dans les parties qui paroissoient devoir être affectées d'un dérangement notable. Au premier, la bouche, le pharynx et l'œsophage n'avoient rien que de naturel. Au second, ce canal présentoit, à sa partie supérieure, une rugosité blanche et sans inflammation. Au troisième, le palais étoit légèrement enflammé, et il y avoit au bas du pharynx un rétrécissement de l'étendue de deux travers de doigt. Les autres parties du corps, et notam-

ment les viscères de la tête, de la poitrine et du ventre, étoient également sains chez tous.

De ces blessés, l'un d'eux a reçu des frictions mercurielles administrées avec soin, et dont la quantité, quoique médiocre, auroit dû retarder l'invasion de sa maladie, si ce remède eût agi sur lui avec quelque efficacité. Son usage n'a pas empêché que le mal s'annonçât de bonne heure par des incommodités, qui n'ont été équivoques pour moi que parce que je n'avois pas encore acquis à ce sujet la triste expérience que la vue réitérée de plusieurs cas de la même espèce m'a donnée depuis. L'entier développement de la maladie s'est fait dans un temps assez court. Un autre a pris pendant longtemps une quantité raisonnable d'ammoniaque. Je ne tire aucune conséquence de ces faits; mais ils doivent être conservés. Si les gens de l'art qui ont eu ou qui auront occasion de traiter des personnes mordues par des animaux enragés, observent avec exactitude l'effet des remèdes employés dans la vue de prévenir la contagion du virus de la rage, les faits dont il s'agit pourront servir à porter un jugement sain sur ces remèdes, et les réduire à leur juste valeur.

Peut-on attribuer à la cautérisation, et au retranchement des doigts mordus, le bonheur qu'ont eu les blessés à qui ces opérations ont été faites, d'avoir évité la maladie dont ils étoient menacés? Je n'ai entendu lever aucun doute sur celui dont l'histoire est consignée dans les *Mémoires de l'Académie des sciences.* Vingt-cinq morsures, dont plusieurs avoient produit des plaies con-

sidérables, faites pour la plupart à nu, par un animal dont une seule morsure au visage a précipité une autre personne dans les horreurs de l'hydrophobie, devoient avoir porté la contagion dans plusieurs parties à la fois; cependant cette contagion n'a pas eu son effet. Les cinq autres cas n'offrent que des présomptions; mais ces présomptions sont si fortes, que je ne vois pas comment on pourroit s'y refuser.

EXPÉRIENCES

Sur les deux états du phosphate de chaux, sur l'analyse de la base des os, et sur la préparation du phosphore,

Par les citoyens Fourcroy et Vauquelin.

Lu le 6 vendémiaire an 5, et dans la séance publique du 15 du même mois.

Les chimistes ont apperçu, mais n'ont point encore déterminé, la différence qui existe entre l'acide phosphorique retiré des os par les acides, et celui qui résulte de la déflagration du phosphore. Frappés depuis long-temps de cette singulière différence dans un grand nombre d'essais où nous ont conduits nos recherches sur les matières animales, nous nous sommes contentés jusqu'ici d'en attribuer la cause à une petite quantité de sulfate de chaux que cet acide nous paroissoit retenir en dissolution, lorsqu'il avoit été extrait par l'acide sulfurique des os calcinés; mais l'ordre de nos expériences ayant exigé dernièrement un examen comparé et soigné de l'acide phosphorique obtenu des os, et de celui que donne la combustion du phosphore, nous avons reconnu que la présence du sulfate de chaux dans le premier n'étoit pas la seule cause de sa différence. Cette

découverte nous ayant donné de nouveaux résultats sur la nature du phosphate de chaux, sur les lois de sa décomposition, et sur la préparation du phosphore, nous avons cru devoir les consigner dans ce mémoire, afin que les arts chimiques pussent en retirer les avantages que ces phénomènes, mieux appréciés, semblent leur promettre.

On sait que l'acide phosphorique extrait des os par l'acide sulfurique prend, par les progrès de l'évaporation, la forme de paillettes ou d'écailles brillantes comme de la nacre de perles; que, dans cet état, il n'attire pas l'humidité de l'air; que fondu ensuite en verre opaque, il a perdu la plus grande partie de son acidité, de sa dissolubilité, et de sa tendance à la combinaison. On sait que l'acide phosphorique formé sous des cloches par la combustion rapide du phosphore, est, au contraire, en flocons blancs et légers comme de la neige, d'une saveur acide très-âcre; qu'il attire fortement l'humidité de l'air; qu'il se dissout dans l'eau en dégageant du calorique; que, fondu en verre transparent, il conserve son acidité, sa dissolubilité, et sa tendance à la combinaison.

Dans une suite de recherches qui nous sont communes, au citoyen Vauquelin et à moi, et qui étoient destinées à déterminer la différence de diverses substances osseuses, deux de ces substances, très-éloignées par leur structure et leur densité, ont été dissoutes en quantités égales dans l'acide muriatique. Ces dissolutions ayant été livrées à une évaporation spontanée à l'air,

il s'est formé dans les liqueurs un dépôt blanc écailleux, qui, lavé avec de l'alcool, et desséché, répondoit à 0.33 de leur poids primitif. Cette matière cristalline, qu'on trouve dans toutes les dissolutions des os par les acides, est elle-même acide, dissoluble dans l'eau avec absorption de calorique, et fusible à un grand feu en un verre transparent, insipide et indissoluble. Elle ne s'unit que difficilement à l'alcool, même avant d'avoir été fondue ; sa dissolubilité dans l'eau est beaucoup augmentée par l'addition d'un acide étranger quelconque. Lorsqu'on verse dans sa dissolution aqueuse de l'eau de chaux, de l'ammoniaque, ou toute autre substance alcaline caustique, il se forme un précipité blanc qui présente toutes les propriétés du phosphate de chaux, ou de la terre des os. L'acide oxalique donne, avec la même dissolution, un précipité blanc fort abondant qui est de l'oxalate de chaux, et l'acide phosphorique reste alors parfaitement pur dans la liqueur surnageante.

Il est donc prouvé, par ces expériences, que cette matière écailleuse formée spontanément dans la dissolution muriatique des os, est du phosphate de chaux, avec excès d'acide, ou du *phosphate acidule de chaux*, dont l'excès d'acide, étant absorbé par une terre ou un alcali, laisse précipiter le phosphate de chaux neutre.

Mais un résultat plus important que le précédent, et qui découle comme lui des expériences décrites, c'est que les acides ne peuvent pas décomposer complétement le phosphate de chaux osseux, ou la base salino-terreuse des os, qu'ils n'enlèvent la chaux à l'acide phospho-

rique que jusqu'à une certaine proportion; et, pour le dire en passant, le même phénomène a lieu dans un assez grand nombre de décompositions salines, dont Bergman a le premier fait mention à l'égard du sulfate de potasse traité par l'acide nitrique, et de plusieurs sels neutres minéraux traités par l'acide tartareux.

Deux autres expériences ajoutées ont encore confirmé l'état et la nature du phosphate acidule de chaux.

1°. Ce phosphate acidule de chaux n'éprouve aucune altération de la part des acides minéraux : il reste en dissolution dans les acides sulfurique, nitrique, muriatique, phosphorique, et même acéteux, sans être décomposé; on l'en sépare sous forme de paillettes brillantes par l'évaporation.

2°. En mettant dans une dissolution de nitrate de chaux, de muriate de chaux, et même de sulfate de chaux, une certaine quantité d'acide phosphorique formé par la combustion du phosphore, et en faisant évaporer la liqueur spontanément au soleil, on obtient une matière saline sous forme d'écailles blanches qui ressemblent parfaitement à celles que l'on retire des os décomposés par les acides sulfurique, nitrique ou muriatique : elle présente tous les caractères du phosphate de chaux acidule.

Cependant l'acide phosphorique n'enlève pas aux acides sulfurique, nitrique et muriatique, la même proportion de chaux; il en prend moins à l'acide sulfurique qu'à l'acide nitrique, et un peu moins à ce dernier qu'à l'acide muriatique. L'on se convaincra de

cette vérité en versant dans la dissolution du phosphate acidule de chaux obtenu des os par l'acide nitrique ou muriatique, de l'acide sulfurique un peu concentré ; il se fait sur-le-champ, ou peu de temps après, un précipité qui est un véritable sulfate de chaux : néanmoins l'acide sulfurique ne s'unit point à la totalité de la chaux ; il en reste toujours dans l'acide phosphorique une quantité relative aux rapports d'affinité qui existent entre ces deux acides pour la chaux.

Nous avons ensuite comparé la nature et les proportions des principes composans du phosphate acidule de chaux obtenu par l'acide sulfurique, à ceux du phosphate de chaux neutre, ou de la base des os : ce dernier nous a donné 0.41 d'acide phosphorique, et 0.59 de chaux ; tandis que, dans le phosphate acidule, nous avons trouvé 0.54 d'acide phosphorique, et 0.46 de chaux. Il suit de là que lorsqu'on décompose le phosphate de chaux neutre des os par les acides, on ne lui enlève que 0.24 de chaux sur 0.59 qu'il en contient. 100 parties d'os calcinés, traitées par l'acide sulfurique, se convertissent, à très-peu près, en 76 parties de phosphate acidule de chaux, qui retiennent encore 59 parties de phosphate de chaux neutre, et seulement 17 parties d'acide phosphorique à nu, susceptible de donner du phosphore par le charbon.

Pour confirmer ces premières notions sur la nature comparée des deux espèces de phosphates de chaux, nous les avons faits tous deux artificiellement, et nous nous sommes assurés que la composition artificielle de

chacun d'eux exigeoit les proportions indiquées par l'analyse précédente. Nous avons également réussi à les faire passer successivement de l'un à l'autre état, soit en ajoutant de l'acide phosphorique au phosphate de chaux neutre, soit en unissant de la chaux avec le phosphate acidule calcaire (1).

On conçoit maintenant pourquoi l'on n'obtient qu'une si petite quantité de phosphore d'une si grande quantité de phosphate de chaux osseux, traité par les acides minéraux. Comme ces acides ne s'emparent que des 0.40 de la chaux contenue dans une masse quelconque de phosphate

---

(1) Nous croyons devoir insérer dans cette note les calculs exacts qui, d'accord avec nos expériences, font connoître toutes les variétés de proportions que donnent, soit les décompositions complètes, soit les conversions réciproques ou les changemens respectifs de ces deux sels, *phosphate de chaux* tel qu'il existe dans les os, et *phosphate acidule de chaux* tel qu'est le premier dissous dans les acides, même le phosphorique.

Nous prévenons que dans le cours du mémoire nous n'avons pris, pour être plus clairs, que des termes ronds dans les proportions, et que nous avons négligé les décimales, soigneusement exprimées dans cette note.

D'après l'analyse, voici quelles sont les proportions des phosphates de chaux neutre et acidule :

Phosphates de chaux... {Neutre.... 41 d'acide, 59 de chaux / Acidule... 54 .... 46 ....} sur 100 parties.

Connoissant ces proportions, on peut répondre aux questions suivantes.

I. *Combien, pour avoir 100 parties de phosphate acidule de chaux, doit-on prendre de phosphate de chaux neutre auquel on enleveroit de la chaux (c'est-à-dire, en traitant le phosphate de chaux neutre par l'acide sulfurique concentré) ?*

R. La quantité demandée est composée, 1o. de 54 parties d'acide phosphorique, 2o. de la quantité de chaux capable de les neutraliser. Cette dernière

de chaux, et qu'il n'y a non plus que les 0.40 de l'acide phosphorique qui y est contenu, rendues libres, il est évident que l'on ne doit obtenir, en supposant même qu'il n'y ait aucune perte, que les 0.40 du phosphore que l'on devroit avoir, c'est-à-dire moins de la moitié de la quantité qui existe réellement dans le phosphate de chaux. Aussi, au lieu de 0.16 de phosphore que contiennent les 0.41 d'acide phosphorique existant dans 100 de phosphate de chaux neutre, ou terre des os, on

---

inconnue se trouve d'après les proportions indiquées du phosphate de chaux neutre, en établissant le rapport suivant :

Si 41 parties d'acide phosphorique ont demandé 59 parties de chaux pour se neutraliser, 54 parties d'acide en demanderont x.

$$41 : 59 :: 54 : x = \frac{59 \times 54}{41} = 77.70.$$

Ayant donc pour la quantité d'acide	54
Et pour la quantité de chaux capable de la neutraliser.	77.70
Il en résulte un total de	131.70

qui, décomposé par l'acide sulfurique concentré, donneroit 100 parties de phosphate acidule de chaux dans les proportions indiquées ci-dessus de 54 d'acide sur 46 de chaux.

II. *Combien* 100 *parties de phosphate de chaux neutre perdent-elles de chaux pour passer à l'état d'acidule (lorsqu'on enlève de la chaux par l'acide sulfurique concentré)?*

On trouve cette quantité au moyen du résultat qui vient d'être obtenu, et en faisant le raisonnement suivant :

Si 131.70 parties de phosphate de chaux neutre ont donné 100 parties de phosphate acidule en perdant 31.70 parties de chaux, 100 parties de phosphate de chaux neutre, en devenant phosphate acidule, perdront x

$$131.70 : 31.70 :: 100 : x = \frac{31.70 \times 100}{131.70} = 24.06.$$

100 parties de phosphate de chaux neutre, décomposées par l'acide sul-

n'en obtient que de 0.04 à 0.05, à cause de la perte d'un à deux centièmes qui est inévitable, et conséquemment on n'a presque en phosphore que le quart de la quantité qui est réellement contenue dans les os. De là il suit encore que le phosphore sera toujours une substance d'un grand prix, tant qu'on ne suivra pas d'autres procédés que ceux qui sont employés pour cette préparation.

L'analyse des deux espèces de phosphates de chaux que nous avons donnée ici; le passage du neutre à l'acidule par l'action des acides minéraux, passage qui a

---

furique concentré, lui cèdent donc 24.06 parties de chaux, et rendent en phosphate acidulé 75.94, qui complètent les 100 parties.

III. *Combien 100 parties de phosphate acidule de chaux contiennent-elles d'acide phosphorique au-delà du phosphate neutre?*

Pour connoître cette quantité, il faut considérer les 54 parties d'acide phosphorique qui y sont, comme susceptibles de se partager. Ainsi la première portion, celle qui constitue l'excès d'acide, est la seule qui, dans la masse chauffée avec le charbon, puisse donner du phosphore, et la seconde restera unie aux 46 parties de chaux, et formera avec elles du phosphate de chaux neutre. Cette dernière quantité trouvée fera connoître la première, puisque toutes les deux doivent égaler 54. Or la quantité d'acide phosphorique qui seroit saturée par les 46 parties de chaux, peut être connue au moyen des proportions du phosphate de chaux neutre (41 d'acide sur 59 de chaux) en établissant les rapports suivans.

Si 59 parties de chaux neutralisent 41 parties d'acide phosphorique, 46 parties de chaux en neutraliseront x.

$$59 : 41 :: 46 : x = \frac{41 \times 46}{59} = 31.96.$$

31.96 est donc la quantité d'acide phosphorique qui sera neutralisée par les 46 parties de chaux contenues dans les 100 de phosphate acidule, et qui, retranchée des 54 parties d'acide qui y existent, laisse 22,04 parties donnant du phosphore.

également lieu par l'action de plusieurs acides végétaux sur le phosphate de chaux ; la proportion connue de leurs principes, nous ont conduits à divers résultats utiles pour l'extraction de l'acide phosphorique, pour la préparation du phosphore, et même pour l'analyse et la physique animale.

1°. Connoissant la quantité de chaux qui peut être enlevée au phosphate de chaux neutre, ou à la terre des os, par l'acide sulfurique, quantité au-delà de laquelle cet acide n'a plus d'action sur le reste du sel, on a un moyen de doser exactement l'acide sulfurique, et d'éviter la perte de cette matière précieuse, puisqu'on connoît la quantité de chaux qu'il doit avoir à saturer dans la matière osseuse. Ainsi, sur 100 parties de phosphate de chaux calciné, il faudroit employer 31.40 parties d'acide sulfurique concentré, puisque 32 parties de chaux peuvent neutraliser 46 parties d'acide sulfurique, et que 100 parties de phosphate de chaux cèdent à l'acide sulfurique 24.06 parties de chaux pure. En effet, 24.06 : 34.58 :: 32 : 46 ; mais comme l'acide sulfurique contient toujours un peu d'eau, comme le phosphate de chaux osseux recèle toujours une certaine quantité de carbonate de chaux, enfin comme il faut toujours plus de matière acide pour saturer une base unie à un autre acide que si cette base étoit libre, il en faudra employer un peu plus que le calcul ne l'indique. L'expérience nous a appris que 40 parties d'acide sulfurique concentré suffisent pour décomposer 100 parties de matière osseuse calcinée ; il ne faut donc que les deux

cinquièmes du poids des os, d'acide sulfurique, au lieu des deux tiers que conseilloient la plupart des chimistes modernes.

2°. Nos expériences prouvent qu'il est impossible de faire l'analyse du phosphate de chaux par les acides minéraux, lorsque l'on veut sur-tout déterminer les proportions des principes qui le constituent. L'on peut cependant parvenir à cette connoissance en employant des moyens plus compliqués, des affinités plus fortes ou plus nombreuses. Nous avons vu plus haut que l'acide oxalique formoit un dépôt dans la dissolution du phosphate acidule de chaux (1), ce qui ne peut avoir lieu qu'en vertu d'une affinité plus forte pour la chaux : ainsi, en versant dans une dissolution de phosphate de chaux par l'acide nitrique ou muriatique, de l'acide oxalique ; en réduisant ensuite la liqueur aux trois quarts de son volume par l'évaporation, pour en séparer jusqu'aux dernières portions d'oxalate de chaux, on a une masse de ce dernier sel dont le poids indique celui de la chaux

(1) Le docteur Bonvoisin annonce que l'acide oxalique ne fait pas de précipité dans l'acide phosphorique tenant de la terre des os en dissolution. Cela ne peut venir que de la présence et de l'excès de l'acide sulfurique ou nitrique dans la liqueur.

Dans sa dissertation *des attractions électives*, colonne de l'acide phosphorique, Bergman dit que les carbonates alcalins décomposent le phosphate de chaux et le convertissent en carbonate calcaire, et nous l'avions d'abord annoncé d'après lui ; mais depuis nous avons reconnu que cette décomposition n'avoit point lieu, et qu'on ne pouvoit pas s'en servir pour obtenir plus de phosphore dans l'opération faite pour préparer celui-ci. C'est une faute à corriger dans la table de Bergman, colonne 22.

contenue dans le phosphate de chaux, puisqu'on sait que 100 parties d'oxalate de chaux en contiennent 48 de cette terre. C'est ainsi que nous avons trouvé que 100 parties d'émail des dents sont composées,

1°. De chaux, ... 43.23 ;
2°. D'acide phosphorique, ... 29.67 ;
3°. De gélatine et d'eau, ... 27.10.

3°. Le produit de la base des os traitée par l'acide sulfurique n'étant que du phosphate acidule de chaux, lorsqu'on le distille soit sous la forme d'extrait, soit sous celle de verre, avec du charbon, il n'y a que la portion d'acide phosphorique mise à nu qui passe à l'état de phosphore ; le résidu de cette distillation contient donc du phosphate de chaux neutre, et il sembleroit très-simple de retraiter ce résidu par l'acide sulfurique pour le ramener à l'état d'acidule, et le redistiller avec du charbon : mais cette opération longue, difficile, dispendieuse, et qui, en dernier lieu, laisseroit toujours une portion de phosphate de chaux non décomposée, ne peut tout au plus être faite qu'en mêlant le résidu d'une première distillation avec de la nouvelle terre des os ; il vaut donc beaucoup mieux chercher à obtenir tout d'un coup l'acide phosphorique extrait des os.

En méditant sur les expériences précédentes, nous avons pensé que l'on pourroit améliorer le procédé suivi dans la préparation du phosphore : ce problême consiste à séparer complétement la chaux de l'acide phospho-

rique, et à obtenir celui-ci à l'état de pureté, ou combiné avec une substance dont l'affinité avec cet acide ne soit pas assez forte pour éluder celle du charbon avec l'oxigène uni au phosphore.

L'acide oxalique remplit la première condition, puisqu'il décompose complétement, comme nous l'avons fait voir, le phosphate acidule de chaux; mais cet acide étant très-cher, on ne peut pas en proposer l'emploi avec avantage.

Le nitrate et l'acétite de plomb, en remplissant la seconde des conditions proposées, nous ont donné le résultat que nous cherchions. Il ne s'agit que de mêler une dissolution de phosphate acidule de chaux avec une dissolution de nitrate ou d'acétite de plomb; la totalité de l'acide phosphorique se porte sur l'oxide métallique; il se forme un dépôt blanc de phosphate de plomb, qui, lavé, séché, et traité avec du charbon, est complétement décomposé, et fournit tout son phosphore; de sorte qu'on en obtient plus de 0.10, au lieu de 0.05 qu'on obtenoit dans l'ancien procédé.

Il résulte encore de la suite de nos recherches, que le phosphate de chaux n'est tenu en dissolution dans l'urine humaine que dans l'état de phosphate de chaux acidule, et dissous par l'excès d'acide phosphorique contenu dans cette liqueur animale; qu'elle donne un précipité de terre osseuse par l'ammoniaque et par les alcalis caustiques, ainsi que par la chaux.

Enfin M. Giobert, en indiquant la précipitation de l'urine par plusieurs sels métalliques pour décomposer

les phosphates de soude et d'ammoniaque, ne paroît pas avoir connu la décomposition du phosphate de chaux qui y est contenu, et qui augmente la quantité du phosphate de plomb qui se précipite, et par conséquent du phosphore qu'on en obtient. Il est bon de remarquer à cette occasion que les urines des mammifères recueillies dans les écuries et les étables ne peuvent pas servir à cet usage comme l'urine humaine. Nous ferons voir, dans un prochain mémoire, que l'urine des chevaux ne contient point d'acide phosphorique; il y a déja longtemps que Rouelle le cadet avoit fait la même remarque.

4°. La propriété dont jouit l'acide phosphorique de dissoudre le phosphate de chaux, en le convertissant en phosphate acidule, explique, d'après nos expériences, 1°. pourquoi cet acide ramollit plus vîte les os que tout autre acide plus puissant d'ailleurs, et cependant au même degré de concentration; c'est ainsi qu'on peut concevoir la surcharge du phosphate de chaux dans les humeurs, et la déviation de ce sel terreux dans les organes membraneux en général, lorsque l'urine cesse de charier de l'acide phosphorique: 2°. le ramollissement des os, constamment accompagné de l'abondante précipitation des urines: 3°. plusieurs autres phénomènes des maladies des os, dont la connoissance, devenue aujourd'hui plus exacte, prouve combien les découvertes de la chimie moderne auront d'influence sur les progrès de la physique animale.

5°. Nous ne ferons qu'indiquer ici l'existence de quelques autres phosphates acidules que nous avons

trouvés en examinant les combinaisons de l'acide phosphorique; plusieurs terres nous ont présenté cette propriété de former des acidules avec cet acide, et tous les sels de ce caractère nous ont offert en même temps celui de n'être pas décomposés par les acides puissans. Nous en parlerons dans un autre travail sur les phosphates.

CONSIDÉRATIONS CHIMIQUES

Sur l'effet des mordans dans la teinture en rouge du coton,

Par le citoyen J. A. Chaptal.

Lu le 26 floréal an 6.

Il en est du beau rouge qu'on donne au coton par le moyen de la garance, comme de certaines préparations pharmaceutiques dont on a respecté jusqu'ici les recettes bizarres ou monstrueuses, parce qu'on a craint d'en altérer l'effet en portant le moindre changement dans le procédé.

Un mois suffit à peine pour terminer toutes les opérations qu'on a jugées indispensables pour obtenir un beau rouge dit d'*Andrinople*, et l'on y emploie successivement la soude, l'huile, la noix de galle, le sulfate d'alumine, le sumac, le sang, la liqueur gastrique, la garance, le savon, le nitro-muriate d'étain, etc.

Le vrai moyen de simplifier ce procédé n'est point de travailler au hasard et d'essayer sans guide et sans principe des méthodes différentes de celles qu'on pratique : cette marche mène rarement, et toujours lentement, à des résultats heureux. Je ne connois qu'une manière d'avancer dans les arts, c'est d'en réduire et d'en

ramener toutes les opérations à des principes simples : alors on a des points fixes d'où l'on part, et vers lesquels on rapporte tous les résultats de ses travaux. La chimie est aujourd'hui assez avancée pour nous fournir ces premières bases : il ne s'agit plus que de les établir. Elles deviendront dans les mains de l'artiste ce que sont les formules dans la tête des mathématiciens. Je vais essayer d'en fournir un exemple en soumettant aux principes chimiques l'action des trois principaux mordans employés à la teinture en rouge du coton, l'*huile*, la *noix de galle* et l'*alun*.

Il est connu que le coton ne prend le rouge de la garance d'une manière solide que lorsqu'il a été imprégné d'huile. Le rouge qu'on applique par impression ne jouit pas, à beaucoup près, du même degré de fixité, puisqu'il ne peut pas supporter l'avivage par la soude.

On donne au coton cette préparation préliminaire en formant une liqueur savonneuse à froid par la combinaison de l'huile et d'une foible dissolution de soude.

Cette lessive alcaline n'a d'autre avantage que de délayer et de diviser l'huile, et de permettre à l'artiste de la porter sur tous les points du coton d'une manière égale et facile.

J'ai éprouvé que la potasse produit le même effet que la soude, et je pense que ce fait mérite quelque considération, attendu que la soude, rare et chère dans le Nord, pourra y être suppléée par la potasse, qui y est commune.

Il suit de ces principes que toutes les qualités de soude ou d'huile ne peuvent pas être employées indistinctement.

Pour que la soude ait les qualités convenables, il faut qu'elle soit caustique et contienne peu de muriate.

On ne peut pas la rendre caustique par la chaux, attendu qu'alors elle rembrunit la couleur. Sa causticité doit être un effet de sa calcination.

Le carbonate de soude, et la soude mêlée de beaucoup de muriate, ne se lient que très-imparfaitement avec l'huile : par conséquent les vieilles soudes effleuries, ainsi que les soudes impures de nos climats, ne peuvent point servir aux usages de cette teinture.

Le choix de l'huile est tout aussi essentiel que celui de la soude.

Pour qu'une huile soit bonne, il faut qu'elle s'unisse bien parfaitement avec la lessive de soude, et qu'elle reste dans un état de combinaison absolue et permanente.

L'huile la plus propre aux usages de la teinture n'est point l'huile fine; c'est celle au contraire qui contient une forte portion de principe extractif.

La première ne conserve pas son état de combinaison avec la lessive de soude : elle demande même plus de force dans la lessive; ce qui ne permet plus au teinturier de graduer les opérations subséquentes.

La seconde fait une combinaison plus épaisse, plus durable, et n'exige qu'une foible lessive à un ou deux degrés.

La nécessité d'opérer une intime et forte combinaison d'huile et de soude sera aisément sentie, si l'on réfléchit que la lessive de soude n'est employée que pour diviser, délayer et porter l'huile d'une manière égale dans toutes les parties du coton; car il suit de ce principe, que si l'huile n'est pas bien mêlée, les cotons qu'on passera dans ce mordant prendront l'huile inégalement, et dès ce moment la couleur sera mal unie.

De là vient que l'ouvrier fait consister tout le secret d'une couleur bien unie et très-nourrie, dans le choix d'une bonne huile et d'une soude convenable.

Il suit encore de ces principes que l'huile doit être en excès, et non dans un état de saturation absolue; car, dans le dernier cas, elle abandonneroit l'étoffe par le lavage, et la couleur resteroit sèche.

Lorsque le coton est convenablement imprégné d'huile, on lui fait subir l'opération de l'engallage. Ici la noix de galle a plusieurs avantages : 1°. l'acide qu'elle contient décompose la liqueur savonneuse dont le coton est imprégné, et fixe l'huile sur l'étoffe; 2°. le caractère d'animalisation qu'a la galle prédispose le coton à recevoir le principe colorant; 3°. le principe astringent s'unit à l'huile, et forme avec elle un composé qui noircit en se desséchant, est peu soluble dans l'eau, et a la plus grande affinité avec le principe colorant de la garance.

On peut s'assurer de cette dernière combinaison, et en étudier les propriétés, en mêlant une décoction de noix de galle à une dissolution de savon.

Il suit de ces principes, 1°. que la galle ne sauroit être remplacée par les autres astringens, à quelque dose qu'on les emploie; 2°. que la galle doit être passée la plus chaude possible, pour que la décomposition soit prompte et parfaite; 3°. que le coton engallé doit être séché promptement, afin d'éviter sa coloration en noir, laquelle nuiroit à la vivacité du rouge qu'on veut lui donner; 4°. qu'il convient de choisir un temps sec pour procéder à l'engallage, parce qu'un air humide colore en noir le principe astringent, et sèche lentement; 5°. que le coton doit être foulé avec le plus grand soin, pour que la décomposition qui doit s'opérer s'effectue d'une manière égale sur tous les points de la surface; 6°. qu'il doit y avoir un rapport établi entre les proportions de la noix de galle et du savon. Si la première prédomine, la couleur est noire; si c'est la seconde, alors la portion d'huile qui n'est pas combinée avec le principe astringent, s'échappe à pure perte par les lavages, et la couleur reste maigre.

Le troisième mordant employé dans la teinture rouge sur coton, est le sulfate d'alumine (alun). Non seulement il a par lui-même la propriété d'aviver le rouge de garance, mais il contribue encore, par sa décomposition et la fixation de son alumine, à donner de la solidité à la couleur.

Pour juger des effets de l'alun dans la teinture sur coton, il suffit de mêler une décoction de noix de galle à une dissolution d'alun. Le mélange devient trouble dans le moment, et il se forme un précipité grisâtre,

qui, desséché, est insoluble dans l'eau et dans les alcalis.

Tout ce qui se passe dans cette expérience de laboratoire s'observe dans l'alunage de la teinture. Le coton engallé et plongé dans une dissolution de sulfate ou d'acétite d'alumine, change de couleur dans le moment et devient gris. Le bain ne présente pas de précipité, parce que l'opération se fait dans le tissu même de l'étoffe, où les produits restent fixés. Il est néanmoins à observer que si on passe le coton engallé dans une dissolution d'alun trop chaude, une portion de galle s'échappe du tissu de l'étoffe, et alors la décomposition de l'alun se fait dans le bain lui-même; ce qui diminue la proportion du mordant et appauvrit la couleur.

Voilà donc une combinaison de trois principes, l'huile, le principe astringent et l'alumine, qui sert de mordant au rouge de garance. Chacun d'eux, employé séparément, ne produit ni la même fixité ni le même éclat dans la couleur.

Ce mordant est sans contredit le plus compliqué qu'on connoisse dans la teinture, et il présente à la chimie une sorte de combinaison bien intéressante à étudier.

C'est de l'exactitude dans cette combinaison, c'est de l'intelligence apportée par l'artiste lui-même pour l'opérer, qu'on doit espérer une belle couleur; mais s'il est possible de se conduire dans le labyrinthe de ces opérations nombreuses en prenant pour guide le fil de l'expérience, il est au moins bien difficile de simplifier ou de perfectionner sa marche. Ce n'est qu'en raisonnant

ses opérations, en calculant le résultat et le principe de chacune d'elles, qu'on peut parvenir à maîtriser ses procédés, à corriger des erreurs, à obtenir des produits constans. Sans cela la pratique de l'homme le plus exercé ne présente dans ses mains qu'une décourageante alternative de succès et de revers; et j'ai voulu essayer de présenter à l'Institut, dans l'analyse succincte que je viens de lui donner des opérations de la teinture en rouge, la plus compliquée de toutes, un exemple de ce que pourra la chimie sur les arts, lorsqu'elle saura les éclairer de ses principes. J'ose être convaincu que l'ouvrier le plus borné trouvera dans ce court exposé le principe de son action et la règle de sa conduite.

OBSERVATIONS

ET REMARQUES

Sur un veau qui est resté mort et intact dans la matrice près de quinze mois après le temps du vêlage,

Par le citoyen J. B. Huzard.

Lu le 11 prairial an 5.

Le citoyen Larmande, vétérinaire à Nonant, dans le département de l'Orne, me mandoit, dans une lettre en date du 18 prairial an 4, que, vers le milieu de ventose, un particulier, cultivateur de cette commune, l'avoit fait appeler pour voir une de ses vaches malade, âgée de quatre ans, sur laquelle, d'après ses demandes, il lui avoit donné les détails suivans.

Elle étoit pleine, et son veau bien vivant; elle avoit passé le terme du vêlage d'environ quinze jours, à compter de l'époque de la saillie; elle étoit maigre, foible, et il falloit l'aider à se lever lorsqu'elle étoit couchée. Cependant au bout de cette quinzaine tous les signes du vêlage se manifestèrent, les enveloppes se rompirent, les eaux s'écoulèrent, la vache fit des efforts considérables pour vêler; les pieds antérieurs du veau se présentèrent et sortirent hors de la vulve : mais ses

efforts furent inutiles ou impuissans ; elle ne vêla point, et les pieds rentrèrent dans la matrice.

Au bout de quelques jours le veau ne donnoit plus aucun signe de vie : le propriétaire, inquiet, envoya chercher un écarrisseur qui dans ce pays jouit, comme ses confrères, de l'honneur d'être toujours consulté le premier dans les maladies des bestiaux. Il prononça que le veau étant mort dans le ventre de sa mère, alloit tomber en pourriture, et qu'il falloit par conséquent que la vache mourût aussi. C'est alors que le propriétaire effrayé appela le citoyen Larmande.

Il trouva effectivement la vache très-maigre, et si foible, qu'il falloit la relever pour manger. Le ventre étoit comme dans l'état de plénitude, et on sentoit bien distinctement le veau qui formoit une masse indolente du côté droit : il ordonna les breuvages emménagogues à fortes doses, et des frictions sur les reins, avec un mélange d'eau-de-vie et d'essence de térébenthine ; il lui fit donner une bonne nourriture.

Ce traitement ne produisit d'autres effets que de rendre les forces et l'appétit à la vache : elle se leva seule au bout de quelques jours, et mangea plus abondamment. Le citoyen Larmande proposa de faire l'extraction du veau ; mais la poussée de l'herbe étant arrivée, le propriétaire, dont le but étoit de vendre la vache au boucher lorsqu'elle seroit grasse, et qui craignoit les suites de cette opération, la mit à la pâture, où elle s'est bien portée, y a engraissé à vue d'œil, et a conservé son gros ventre.

Dans une lettre du 21 messidor suivant, le citoyen Larmande me marquoit que le ventre étoit un peu diminué, que la vache n'étoit point entrée en chaleur depuis l'époque où elle devoit vêler, que du reste elle engraissoit bien et seroit bonne à tuer à la fin de la saison.

Le 20 fructidor il m'annonçoit que la masse formée par le veau paroissoit avoir encore diminué de volume, qu'elle avoit la forme d'une boule et étoit très-dure.

Je communiquai cette observation au conseil d'agriculture du ministre de l'intérieur et à la classe des sciences physiques et mathématiques de l'Institut, le 11 messidor : elle parut assez intéressante pour faire desirer d'en connoître les suites. Le conseil d'agriculture proposa au ministre (1) de faire l'acquisition de cette vache, et il s'empressa d'accéder à cette demande. La vache arriva dans l'établissement rural de Sceaux-l'Unité le 9 frimaire an 5; et jusqu'à cette époque, depuis l'instant où les eaux s'étoient écoulées, il paroît, par le témoignage du propriétaire, par celui du citoyen Larmande, du conducteur, et du directeur de l'établissement rural de Rambouillet, où elle a séjourné quelque temps, qu'elle n'a rien rendu par la vulve. Il y avoit alors environ neuf mois et demi que le temps du vêlage étoit passé.

Le 23 ventose nous l'avons examinée, les citoyens Cels, Gilbert et moi, sur ce que nous avoit dit le

(1) Le citoyen Bénézech.

citoyen Thiroux, directeur de l'établissement rural de Sceaux, qu'elle maigrissoit : nous l'avons trouvée en effet maigrie, efflanquée. Le veau formoit une masse très-dure dans le flanc droit; mais elle avoit toujours bon appétit et ne paroissoit pas malade. Cet amaigrissement, qui pouvoit dépendre de ce que les circonstances forçoient à ménager la nourriture, prouvoit d'ailleurs une vérité déja connue, et que le citoyen Larmande me répétoit dans une lettre en date du 19 vendémiaire: c'est que les vaches comme les bœufs, gardés après l'engrais, ne pouvoient que dépérir.

Le 28 germinal le citoyen Thiroux manda qu'elle paroissoit souffrir depuis deux jours, sur-tout le matin; qu'elle se tourmentoit, et que son appétit diminuoit sensiblement. Il attribuoit ce changement à la nourriture verte qu'elle commençoit à prendre.

Le 2 floréal il marquoit que la masse formée par le veau étoit déplacée et s'étoit portée sous le ventre; que la vache rendoit des matières glaireuses par l'anus; qu'elle ne fientoit point, mais urinoit bien et ne rendoit toujours rien par la vulve. Il lui fit donner quelques lavemens émolliens.

Nous la vîmes le 11 de ce mois, les citoyens Tessier, Gilbert et moi : la masse étoit placée très-bas dans le flanc gauche, au-dessous de la panse; elle avoit toujours la même dureté. La vache étoit encore maigrie, quoique l'appétit fût un peu revenu, et elle paroissoit moins souffrante.

Elle mourut assez tranquillement le 22, quinze mois

environ après l'époque où le vêlage auroit dû avoir lieu, et le 23 au matin nous en fîmes l'ouverture, les citoyens Lassus, Gilbert, Tessier et moi. Voici le résultat de nos observations.

La vache placée sur le dos, nous ouvrîmes le bas ventre, qui étoit météorisé, et dans lequel nous trouvâmes un épanchement séreux, sanguinolent et légèrement putride.

Le péritoine étoit infiltré et très-épais.

Les estomacs contenoient des alimens en médiocre quantité; ils étoient, ainsi que le foie et la rate, en bon état.

Les intestins grêles, très-enflammés, gangrénés, sphacélés même, ne contenoient qu'une grande quantité de fluide rougeâtre semblable à de la lie de vin, suite de l'inflammation et de la gangrène.

Les vaisseaux sanguins étoient variqueux; toutes les glandes mésentériques étoient engorgées.

L'utérus, placé à gauche, formoit une masse ronde très-dure, et dont l'état étoit assez semblable à celui du bonnet, ou troisième estomac, dans les maladies inflammatoires des bêtes à cornes.

Ce viscère enlevé, dépouillé de tout ce qui l'entouroit, avec les deux ovaires et le commencement du vagin, y compris le fœtus, pesoit trente-neuf kilogrammes.

Mesuré dans sa face antérieure et longitudinalement, il avoit quarante-neuf centimètres, et mesuré transversalement, quarante-sept centimètres, sur vingt-sept d'épaisseur.

L'ovaire droit n'étoit que légèrement engorgé; mais l'ovaire gauche étoit excessivement tuméfié, et au moins de dix fois son volume. Il renfermoit dans son centre du pus épaissi, et formoit une tumeur squirreuse, adhérente et même confondue avec le corps de la matrice.

La corne droite, quoique confondue avec la masse squirreuse, étoit cependant intérieurement dans son état d'intégrité.

Nous n'avons pu trouver les ligamens larges qui, étant dans la vache parsemés de beaucoup de fibres charnues, sont faciles à reconnoître dans l'état de plénitude (1); et nous pensons que le vide qu'ont éprouvé les estomacs et les intestins par une nourriture moins abondante, en entraînant l'utérus dans la partie la plus basse du ventre, aura donné lieu à la rupture de ces ligamens, en même temps que la pression de ce viscère sur les intestins grêles y aura occasionné l'engorgement, l'inflammation, etc.

Avant de l'ouvrir, nous avons remarqué que le col étoit très-sain et très-exactement fermé, tant parce qu'il étoit étroit que parce qu'une portion du veau, que nous reconnûmes ensuite être un des boulets antérieurs, le bouchoit intérieurement; en sorte qu'il y a lieu de croire que l'air extérieur ne pouvoit point y pénétrer.

La matrice étant ouverte en suivant la direction du veau, nous avons trouvé ses membranes et celles du

---

(1) Voyez *Élémens de l'art vétérinaire. Précis anatomique du corps du cheval*, par Bourgelat; Paris, ans 6-7; t. II, p. 167, note (1).

fœtus confondues, adhérant intimement les unes aux autres, épaisses et dures, jusqu'au point d'être cartilagineuses dans quelques endroits. Vers la partie antérieure, ou vers le fond du côté droit, ce viscère étoit ramolli et infiltré d'une matière lymphatique, épaisse, qui en avoit distendu et relâché le tissu dans l'étendue de onze à treize centimètres. Cette infiltration présentoit l'aspect d'une partie qui est en voie d'ulcération prochaine. Les bords étoient durs et adhérens au péritoine.

Le veau, contenu dans la corne gauche de la matrice, étoit dans sa position naturelle, si ce n'est que les jambes de devant étoient croisées et pliées sur leurs canons près des genoux, et que la tête étoit placée un peu obliquement, de manière que le front répondoit à l'orifice, et que le bout du nez portoit sur le fond, à quelque distance du col.

Cette position de la tête, qu'il auroit été aisé de rétablir par un léger tour de main au moment où les symptomes du vêlage se sont manifestés, paroît être la seule cause qui s'y soit opposée.

Le pied droit s'étoit frayé un passage à travers une des enveloppes, vraisemblablement au moment de sa rentrée dans l'utérus. Cette enveloppe épaissie formoit une forte bride transversale derrière le boulet.

Par l'effet de cette position et des contractions successives de la matrice, l'articulation du genou droit paroissoit faussée.

A l'endroit où le mufle et le tranchant des dents

antérieures posoient sur la matrice, il s'étoit formé anciennement un abcès qui renfermoit encore une matière purulente épaissie. Cet abcès, qui étoit sans doute dû à l'irritation continue des dents sur ce viscère, et le séjour du pus, avoient occasionné l'ulcération de cette partie, un engorgement plus considérable en cet endroit, la destruction du bord externe des alvéoles, et la chûte des dents, dont deux seulement tenoient encore dans leurs alvéoles; une autre, échappée de sa cavité, étoit implantée par sa racine et très-adhérente dans la matrice.

Celle-ci étoit elle-même fortement adhérente au veau dans tous ses contours. Le veau étoit tellement replié sur lui-même, et le viscère l'enveloppoit de toutes parts si exactement, qu'il n'y avoit pas le moindre vide. En les détachant l'un de l'autre, des portions de la membrane interne restoient adhérentes au veau, ou les poils s'enlevoient avec la membrane interne.

Nous avons comparé les dents avec celles d'un veau de quarante jours de naissance : elles étoient à peu près de même grosseur.

La vulve, le vagin, le col de la matrice, l'intérieur de ce viscère et le cordon ombilical, ne présentoient rien de particulier.

J'ai fait, avec le citoyen Desplas, quelques observations sur ce veau, que je crois devoir ajouter ici.

Il pesoit seul trente-cinq kilogrammes, malgré ce qu'il paroissoit avoir perdu, et ce poids est celui d'un fort veau à terme.

Il étoit en effet bien constitué, et les dents étoient

plus fortes qu'elles ne le sont ordinairement à cette époque.

C'étoit un mâle.

L'espèce de gluten qui l'entouroit étoit, pour ainsi dire, desséché ; il formoit un sédiment jaunâtre, une sorte de couche sur la peau, entre les poils, qui étoient peu adhérens. Ce n'est que le quatrième jour après l'extraction hors de la matrice, et le séjour du veau dans un lieu humide, par une température douce, que ce gluten a commencé à s'humecter et à s'attacher aux doigts, et c'est dans les endroits où le poil avoit été enlevé qu'il s'est d'abord humecté.

A cette époque le veau n'exhaloit encore aucune odeur putride, mais seulement une odeur de viande fade et renfermée.

Les viscères du bas ventre étoient resserrés et très-diminués de volume par la pression que les jambes postérieures exerçoient sur cette partie. Le méconium contenu dans les intestins étoit solide, et presque tout porté vers le rectum : il a été long-temps à se délayer dans l'eau. Il contenoit des poils.

La peau enlevée, la viande étoit belle, fraîche, blanche, plus même que celle d'un veau quelques heures après sa naissance ; ce qui étoit sans doute la suite de l'espèce d'expression qu'elle avoit essuyée de la part de la matrice : elle n'avoit point de mauvais goût. Le périoste, autour des grands os, des os longs sur-tout, étoit détaché ; il n'adhéroit qu'à leurs extrémités, à l'endroit de la jonction des épiphyses. Une humeur visqueuse

et rougeâtre étoit interposée entre l'un et l'autre ; elle étoit plus abondante et plus fluide au bout de quatre jours, et n'avoit qu'une odeur fade.

Les yeux étoient affaissés, les membranes du globe renfoncées dans l'orbite, et il n'y avoit plus de trace d'aucune espèce d'humeur, pas même du cristallin.

La peau étoit usée sur la partie antérieure et latérale interne du boulet droit, qui portoit sur le col de la matrice ; l'articulation étoit ouverte, et le cartilage articulaire du canon également usé en cet endroit, ainsi qu'à la partie postérieure et latérale externe, par le frottement de l'os du paturon.

La partie supérieure externe et antérieure du canon étoit usée obliquement, ainsi que les os plats du genou qui y répondent, et qui étoient beaucoup plus en avant que dans l'état naturel. C'est cette articulation qui paroissoit faussée.

La peau de la mâchoire inférieure sur chacune des arêtes de l'os étoit fendue et usée, ainsi que le périoste, de manière que l'os étoit à découvert dans une longueur de six centimètres. L'endroit où l'adhérence avoit encore lieu est marqué dans les os par une trace rougeâtre.

Toute la partie antérieure externe des alvéoles étoit détruite ou usée, mais non cariée ; car ces parties n'avoient pas la moindre odeur de carie.

Les poils détachés de la peau usée se sont collés aux os de manière qu'ils paroissent y tenir comme à la peau ; quelques-uns y sont même implantés dans les pores

par leur plus grosse extrémité, comme s'ils y avoient pris naissance. On remarque sur-tout cet effet à la partie externe de la branche gauche de la mâchoire, et au canon, à l'endroit où l'os est usé à l'articulation du boulet.

Je conserve ces os dans mon cabinet.

REMARQUES.

Il paroît certain par les détails dans lesquels est entré le citoyen Larmande, et par les résultats de l'ouverture, que le veau est mort à l'époque où il auroit dû être expulsé, et qu'il s'est conservé intact par la privation absolue de communication avec l'air extérieur. Sous ce point de vue, cette observation peut éclairer la théorie de la putréfaction.

La position légèrement oblique de la tête, position qui n'a pas été reconnue au moment où les signes du vêlage se sont montrés, et à laquelle il auroit été bien facile de remédier en ramenant le bout du nez dans la direction des pieds de devant, qui se présentoient dans la position naturelle, paroît être la seule cause qui se soit opposée à la sortie du veau.

Il ne paroît pas moins certain que si la vache avoit été constamment bien nourrie, et de manière que le déplacement du corps étranger n'eût pas occasionné par sa chûte sur les intestins grêles l'inflammation gangréneuse qui a été la cause de sa mort, elle auroit pu

porter encore ce veau long-temps sans qu'il se soit manifesté d'accidens; et le point de ramollissement inflammatoire que nous avons observé dans le fond de la matrice n'étoit vraisemblablement que la suite ou l'effet de l'état maladif des intestins qui portoient en cet endroit.

Le citoyen Larmande me marque que c'est la seconde vache qu'il voit dans le même cas depuis qu'il est dans le département de l'Orne; mais il n'a pu suivre la première et en faire l'ouverture, parce qu'elle fut conduite et vendue à Poissy pour la boucherie de Paris.

Le citoyen Gilbert, notre collègue, a lu, à l'une des séances de la classe (1), l'observation d'une vache tuée à la ferme nationale de Rambouillet, et dans la matrice de laquelle on trouva les os d'un veau d'environ quatre ou cinq mois parfaitement dépouillés des chairs. La vache ne donnoit aucun signe de la présence de ces os dans la matrice, et avoit été tuée, attendu son embonpoint.

Ils ont été déposés dans la collection de l'Institut.

Thomas Bartholin rapporte dans ses *Centuries anatomiques*, et dans son *Traité des accouchemens extraordinaires*, un fait absolument semblable.

« En 1649, M. J. Huswing, pasteur à Fridericksbourg,
» avoit une vache dont les signes de plénitude dispa-
» rurent à l'époque du vêlage, et son ventre s'affaissa
» sans qu'on s'apperçût de la sortie du veau. Quelque
» temps après on tua cette vache pour la cuisine : on

(1) Le 26 ventose an 4.

» trouva les os dans la matrice entièrement dépouillés » des chairs et desséchés. »

Bartholin n'a point vu cette vache; c'est son frère Albert Bartholin, qui lui envoya la plus grande partie de ces os pour enrichir son muséum. Il pense au surplus, avec raison, que la putréfaction aura décomposé et détruit les chairs après la mort du veau (1).

On trouve dans les *Transactions philosophiques* (2) l'extrait d'une lettre de M. Sherman au docteur J. Sloane, qui contient un fait de même nature, dont voici le précis.

Une vache étoit dans un état de dépérissement et de foiblesse tel, que l'on crut qu'elle mourroit, malgré les remèdes qu'on lui administroit. Tout-à-coup l'appétit lui revint, elle recommença à manger, et se refit en si peu de temps, que dans l'espace de six à huit mois elle fut en état d'être vendue au boucher. Celui-ci l'ayant tuée, trouva dans l'utérus les os d'un veau parfaitement séparés de toutes les parties molles, même des cartilages, et sans aucune apparence d'humidité.

---

(1) *Thomæ Bartholini Hist. anatom.*; Hafniæ, *P. Haubold*, 1654, petit in-8o; cent. II, hist. 11, p. 173 *. — *De insolitis partûs humani viis dissertatio nova*; Hafniæ, *P. Haubold*, 1664, petit in-8o; chap. V, p. 37.

(2) Septembre et octobre 1709, art. IX, p. 450, no 323.

* J'observerai que cet ouvrage, qui contient beaucoup d'autres observations d'anatomie comparée, a aussi été imprimé sous la même date et du même format, *Amstelodami*, *apud Joannem Henrici*. L'observation dont il s'agit ici se trouve page 157.

M. Sherman laisse au docteur Sloane à déterminer, d'après les os qu'il lui envoyoit, quel pouvoit être l'âge du fœtus auquel ils appartenoient, et si, dans le cas où la vache n'auroit pas été tuée, ces mêmes os ne se seroient pas entièrement dissous peu à peu, de la même manière que les parties molles et les cartilages l'avoient successivement été. Il ajoute qu'il a appris de plusieurs médecins à qui il a montré ces os, que l'on trouve dans les écrivains anatomistes beaucoup de faits semblables.

J'ai communiqué au *Journal de médecine* (1), et j'ai imprimé depuis dans les *Instructions et observations sur les maladies des animaux domestiques* (2), une observation que m'avoit adressée le citoyen Coquet, vétérinaire à Neufchâtel, dans le département de la Seine-Inférieure, sur une vache qui mourut après avoir rendu une partie des os d'un veau par l'anus, et à l'ouverture de laquelle on en trouva encore une assez grande quantité dans le colon, qui étoit percé, et où ils avoient pénétré à la suite d'un abcès formé au fond de la matrice, dont l'adhérence avec l'intestin en cet endroit étoit très-sensible.

Le citoyen Gervy, vétérinaire à Gannat, dans le département de l'Allier, m'a aussi communiqué un fait de cette nature que j'ai également consigné dans nos

(1) Tome LXIV, p. 255, juin 1785.

(2) Année 1791, nouvelle édition, troisième partie, p. 296.

Instructions vétérinaires (1). Une vache avoit, depuis plus de dix-huit mois, les os de la tête d'un veau dans la matrice. Elle étoit devenue en chaleur et avoit été couverte; mais après le saut elle fit des efforts violens comme pour vêler. Le citoyen Gervy reconnut alors le corps étranger; mais il ne put parvenir à l'extraire qu'en faisant au col et au corps de la matrice une incision d'environ seize centimètres de longueur. La substance cérébrale ressembloit à de la chaux éteinte. La bête fut promptement rétablie, et au bout de huit jours elle étoit déja de nouveau *en chasse*.

J'ai consulté plusieurs bouchers sur ce fait : ils m'ont dit avoir trouvé assez souvent des veaux morts dans le ventre des vaches qu'ils abattoient; mais comme ils tuent fréquemment des vaches pleines pour la boucherie, et qu'il est même d'usage de faire remplir celles qu'on veut engraisser, il ne leur a pas paru extraordinaire de trouver des veaux dans la matrice, et ils ne sont le plus souvent pas à portée de savoir et de juger si ces veaux y sont restés postérieurement au temps du vêlage.

Ce fait ne paroît pas être inconnu aux herbagers de la ci-devant Normandie. Voici ce qu'on lit dans un ouvrage imprimé long-temps avant qu'on s'occupât d'une manière particulière de ces objets, et qui, quoiqu'écrit sans méthode, et, pour ainsi dire, dans le langage particulier au pays de l'auteur, n'en est cependant pas

(1) Année 1793, troisième partie, p. 256.

moins resté encore du petit nombre d'ouvrages véritablement pratiques que nous ayons sur les bêtes à cornes.

« Il y a des vaches qui ne sont point *ouvertes;* c'est-
» à-dire qu'il n'y a point assez de passage pour aller
» chercher le veau, qui, restant dans le corps de la
» vache, se racornit comme une boule. La vache ne
» périt point pour cela, en en ayant grand soin; mais
» il y en a beaucoup qui périssent quand, au lieu de
» se racornir, il tourne en corruption. La vache qui
» porte son veau racorni dans la *vêlière* ou *portière*,
» ne demande plus le taureau : il est facile d'y être
» trompé dans un marché, et de l'acheter encore pour
» une *amouillante;* car on trouve le veau au tact, et
» du lait d'*amouille* dans la mamelle pendant plus de
» deux mois et même trois : mais au tact vous devez
» sentir qu'il est immobile et mort. Il faut garder ces
» sortes de vaches près de dix mois ou un an à les bien
» nourrir, sur-tout quand le veau se racornit; car elles
» mangent bien peu et deviennent extrêmement maigres
» en quinze jours de temps. Au bout de dix mois ou
» avant, si l'herbe est venue, on mettra ces sortes de
» vaches à l'herbe pour *graisser*, et elles engraisseront
» comme les autres. Les bouchers trouveront encore le
» veau racorni dans la *vêlière* (1). »

Ces observations et quelques autres dans lesquelles je rendrai compte des effets qui résultent du séjour et de

(1) *Le parfait Bouvier*, par Boutrolle. *Rouen*, 1766, in-12, p. 90.

la putréfaction de l'arrière-faix dans ce viscère, ainsi que de sa chûte complète, des déchiremens et des blessures qu'il éprouve quelquefois, et des mauvais traitemens qu'on emploie dans ces circonstances, prouvent une vérité consolante pour le propriétaire et pour le médecin vétérinaire: c'est qu'il est souvent possible de remédier d'une manière bien simple aux accidens qui accompagnent le vêlage; c'est que les lésions de la matrice, dans les bêtes à cornes, ne sont pas aussi dangereuses qu'on l'a cru jusqu'à présent, et qu'on peut réussir à conserver, pour la propagation de l'espèce, de belles bêtes qu'on s'est trop hâté de livrer au boucher.

OBSERVATIONS

SUR L'*EPIGÆA REPENS* L.,

ET DESCRIPTION D'UN GENRE NOUVEAU;

Par le citoyen VENTENAT.

Lu le 16 prairial an 5.

De tous les moyens qui peuvent contribuer à l'avancement de la science des végétaux, celui qu'offrent les jardins de botanique est un des plus avantageux et des plus commodes. Le spectacle d'un grand nombre de productions végétales, réunies de toutes les contrées du globe, élève l'ame de ceux qui les contemplent, la remplit d'admiration; et souvent à un vain motif de curiosité, qui seul avoit conduit dans un jardin pour voir quelques plantes rares, succède une passion ardente pour cette belle partie de l'histoire naturelle. Ne doit-on pas attribuer les progrès rapides que la botanique a faits depuis un siècle en Europe, au grand nombre de jardins tant publics que particuliers, enrichis continuellement par les découvertes importantes des voyageurs naturalistes?

Il existoit à l'époque de la révolution, dans les environs de Paris, plusieurs jardins très-intéressans. Les plantes exotiques y étoient cultivées avec autant de soin que

d'intelligence; et les propriétaires témoignoient, par l'accueil honorable qu'ils faisoient aux botanistes, que leur plus grande satisfaction, en se procurant à grands frais les végétaux les plus rares de tous les climats, étoit de contribuer aux progrès de la science. Les noms de ces bienfaiteurs de la botanique subsisteront à jamais dans les savans ouvrages qui ont été publiés de nos jours. De tous ces établissemens si utiles, celui du citoyen Cels est maintenant presque le seul qui subsiste. Malgré les circonstances pénibles dans lesquelles nous nous sommes trouvés, et dont nous croyons inutile de tracer le tableau, le jardin de cet habile cultivateur contient à peu près le même nombre de plantes qu'avant la révolution. Son zèle éclairé, secondé de celui d'un fils également actif et intelligent, a triomphé de tous les obstacles.

Quoiqu'on trouve dans le jardin du citoyen Cels des végétaux originaires des différentes parties du globe, ceux néanmoins qui croissent dans le Levant, dans l'Amérique septentrionale, dans les îles de la mer du Sud, et au cap de Bonne-Espérance, y sont spécialement cultivés. Ces productions végétales lui ont été fournies les unes par la correspondance qu'il entretenoit avec les plus habiles cultivateurs d'Angleterre, dans le temps que la France étoit en paix avec cette puissance; les autres lui ont été communiquées par différens voyageurs naturalistes. Les plantes du Levant viennent en général des graines envoyées par les citoyens Brugnières et Olivier; il en est néanmoins quelques-unes qui viennent des

semences rapportées par le citoyen André Michaux. Ce botaniste, tourmenté du noble desir de parcourir les contrées où naissent spontanément les plantes dont on cultive avec peine quelques individus dans nos jardins, a parcouru le Levant, traversé la Perse dans toute son étendue, depuis la mer des Indes jusqu'à la mer Caspienne, et il est revenu après plusieurs années dans sa patrie, chargé, si je puis m'exprimer ainsi, des dépouilles végétales de l'Orient.

Les plantes de l'Amérique septentrionale qui décorent et qui enrichissent le jardin du citoyen Cels, sont également dues au zèle du voyageur dont nous venons de parler. De retour de son voyage d'Orient, il s'arracha de nouveau des bras de sa famille, pour aller étudier les végétaux qui croissent dans le nord du nouveau continent. Le citoyen Michaux a eu la gloire de pénétrer plus avant qu'aucun autre voyageur dans l'intérieur des terres qui sont encore peu connues, et il a fait des envois considérables de plantes qui ont prospéré dans le jardin du citoyen Cels. Après plusieurs années de courses et de fatigues, après s'être exposé à des dangers inévitables en traversant de vastes contrées habitées par des sauvages souvent en guerre les uns contre les autres, ce zélé naturaliste est arrivé en France, et la riche collection qu'il a apportée atteste son zèle et son activité. Mais déja le repos qu'il goûte dans sa patrie semble lui être à charge; il médite de nouveaux voyages et se prépare à de nouvelles conquêtes. Sans doute il seroit à souhaiter que pendant le court espace de temps qu'il

se propose de résider en France, il voulût consigner les observations intéressantes qu'il a faites sur une foule de végétaux peu connus et décrits avec peu d'exactitude par ceux qui ne les ont vus que dans des herbiers ou dans des jardins : ces derniers n'ont pu saisir ce port, cette physionomie propre qui caractérise les plantes observées dans le lieu même où les a placées la nature, et ces caractères qu'il est très-difficile d'étudier lorsque la séve n'anime plus le végétal.

Les éclaircissemens que le citoyen Michaux a bien voulu me communiquer au sujet de l'*epigæa repens*, prouvent combien ce naturaliste pourroit être utile à la science. Cette plante fleurit, depuis quelques années, dans le jardin du citoyen Cels, au commencement du printemps. Mitchell, le premier botaniste qui en ait parlé, lui avoit donné le nom de *memecylon* (gen. 13). Gronovius, dans la *Flore de Virginie*, l'avoit ainsi caractérisée : *Arbutus foliis ovatis integris, petiolis laxis longitudine foliorum.* Ray (*Suppl.* 596) l'avoit regardée comme une espèce du genre *pyrola ;* et ce sentiment étoit aussi celui de Plukenet, qui en a donné une assez mauvaise figure, *t.* 107, *fig. I.* Linneus l'avoit classée dans la décandrie monogynie de son systême sexuel, et le citoyen Jussieu l'a rapportée à sa famille des bruyères.

Il semble que, d'après les travaux de ces savans botanistes, l'*epigæa repens* devroit être parfaitement connue ; cependant il est facile de voir, par la description et par le dessin que je présente à l'Institut, que

ses caractères génériques ont été décrits avec peu d'exactitude, et que ce genre doit être rapporté à une autre classe dans le système sexuel de Linneus, et à une autre famille dans la méthode du citoyen Jussieu.

L'étude que j'ai faite de cette plante m'a convaincu que les individus cultivés chez le citoyen Cels étoient des individus femelles. J'avois disséqué l'année dernière près de quarante fleurs, et j'en ai analysé cette année à peu près le même nombre; j'ai toujours observé que les étamines étoient ou absolument dépourvues d'anthères, ou seulement pourvues de vestiges ou de rudimens d'anthères : de plus, quoique le pistil fût parfaitement conformé, aucune fleur n'a donné de fruit. Ces observations ne s'accordant pas avec celles des botanistes, qui ont tous regardé l'*epigæa* comme hermaphrodite, j'ai cru devoir consulter le citoyen Michaux, et je lui ai demandé si l'*epigæa* n'étoit pas une plante polygame; c'est-à-dire, si certains pieds n'étoient pas constamment hermaphrodites, tandis que les autres étoient simplement femelles, quoique munis d'organes mâles, mais avortés. Le citoyen Michaux ayant converti en certitude les soupçons que j'avois formés, j'ai cru alors qu'il pouvoit être utile de présenter une nouvelle description de l'*epigæa*, et de la faire dessiner avec tous les détails de la fructification pour constater ses caractères.

Les voyageurs qui ont parlé de l'*epigæa repens*, ont dit que cette plante ne croissoit que dans la Virginie et le Canada, sur les montagnes, parmi les pins; cependant le citoyen Michaux assure l'avoir trouvée depuis

la baie d'Hudson, en suivant la chaîne des monts Allegany, jusqu'en Georgie. Cet arbrisseau rampant, toujours verd, aussi intéressant par les couleurs tendres dont ses fleurs sont nuancées, que par l'odeur suave qu'elles répandent, tapisse de vastes étendues de terrain, et récrée la vue du voyageur qui parcourt ces contrées seulement habitées par quelques peuplades de sauvages. D'une racine fibreuse, rameuse, roussâtre, comme ferrugineuse, et garnie d'un grand nombre de chevelus, sortent plusieurs tiges cylindriques, branchues, rampantes, poussant des racines dans les points où les rameaux prennent naissance, et traçant de tous côtés, souvent même à la distance de plusieurs pieds. Leur écorce, d'abord d'un verd foncé, ensuite de couleur roussâtre, est hérissée de poils nombreux, subulés, ferrugineux, et leur grosseur approche de celle d'une plume de corbeau. Les feuilles, situées alternativement ainsi que les rameaux, sont pétiolées, cordiformes-ovales, entières, coriaces, veinées, presque concaves, légèrement ondulées sur leurs bords, ciliées, d'un verd sombre en dessus et en dessous, parsemées, sur chaque surface, de poils roussâtres et un peu rudes au toucher. Le citoyen Michaux nous a appris que les feuilles des individus qui croissent dans les parties méridionales des États-Unis, sont plus grandes que celles des individus qui croissent en Canada. Les pétioles qui soutiennent les feuilles sont planes d'un côté, convexes de l'autre, et leur surface est hérissée de poils nombreux. Les fleurs, d'une couleur de chair peu foncée, répandent

une odeur suave, semblable à celle qu'exhalent les fleurs de l'oranger : elles sont disposées en grappes simples, terminales et axillaires, plus courtes que les feuilles; chacune est portée sur un pédoncule cylindrique, glabre, d'un verd tendre, fort court dans les individus cultivés, long au moins d'un centimètre dans ceux qui croissent en Amérique. On trouve à la base de chaque pédoncule trois bractées ovales, lancéolées, pointues, droites, concaves, plus ou moins velues, qui ont été regardées mal-à-propos par les auteurs comme un second calice extérieur. Chaque fleur n'a qu'un calice simple, campaniforme, à cinq divisions profondes, ovales-lancéolées, aiguës, droites, concaves, glabres, d'un verd blanchâtre, et persistantes. La corolle monopétale, hypocratériforme, est insérée sur un disque glanduleux, strié dans son contour, et adné au fond du calice. Son tube est cylindrique, légèrement renflé à sa base, hérissé à l'intérieur de poils blanchâtres, et son limbe ouvert se divise en cinq lobes ovales-obtus, entiers, et parfaitement glabres. Les étamines, au nombre de dix, sont insérées à la base du tube de la corolle; leurs filamens filiformes, droits, blanchâtres, velus dans la partie inférieure, s'élèvent environ à la moitié de la hauteur du tube. Les anthères avortent dans certains individus; dans d'autres elles sont linéaires-oblongues, adnées à la partie supérieure des filamens, biloculaires, et surmontées de deux pointes courtes, comme dans plusieurs plantes de la famille des bruyères.

Le pistil est formé, dans tous les individus, d'un

ovaire globuleux, libre (supérieur, L.), porté sur un disque glanduleux adné au fond du calice; d'un style cylindracé, finement strié, de couleur verdâtre, aussi long que les étamines; et d'un stigmate presque urcéolé, à cinq crénelures en son bord, relevé dans le centre de 4—5 mamelons de forme cylindrique, enduit d'une humeur visqueuse, et de couleur roussâtre. On doit conclure de la structure semblable du pistil dans tous les individus, que l'organe femelle de ceux qui sont dépourvus d'anthères peut être fécondé par le pollen qui s'échappe des fleurs hermaphrodites. Le fruit est une capsule presque sphérique, environ de la grosseur d'un pois, acuminée par le style persistant, hérissée de poils roussâtres, divisée intérieurement en cinq loges, s'ouvrant en cinq valves, et contenant un grand nombre de semences. Les loges de la capsule sont formées par les rebords rentrans des valves. Le placenta central est à cinq côtes comprimées, saillantes dans les loges. Les semences ovoïdes, chagrinées, de couleur roussâtre, sont si petites, qu'il nous a été impossible d'en observer la structure interne : il est cependant probable qu'elles sont conformées comme celles des plantes qui ont une grande affinité avec l'*epigæa;* c'est-à-dire que l'embryon droit est entouré, selon Gaertner, d'un périsperme charnu, que les lobes sont semi-cylindriques, et que la radicule est inférieure.

Il suit de la description que nous venons de donner,

1°. Que l'*epigæa repens* ne se trouve pas seulement dans la Virginie et le Canada, mais encore qu'il croît

dans toute la chaîne des montagnes de l'Amérique septentrionale jusqu'en Georgie ;

2°. Que les feuilles des individus qui croissent dans le Canada sont plus petites que celles des individus qui croissent dans les parties méridionales des États-Unis ;

3°. Que le calice n'est point caliculé ;

4°. Que les étamines des fleurs de certains individus sont absolument stériles ;

5°. Que les loges du fruit sont formées par les rebords rentrans des valves.

L'on doit conclure de ces observations, 1°. que l'*epigæa* appartient à la polygamie dioécie du système sexuel, puisque parmi les individus de cette espèce, les uns sont hermaphrodites, et les autres femelles ; 2°. que, dans la méthode naturelle, ce genre ne doit pas être rapporté à la famille des bruyères, mais à celle des rosages. A la vérité, ces deux familles sont unies entre elles par un si grand nombre de rapports, qu'elles ne peuvent être écartées l'une de l'autre, et qu'elles doivent même se suivre immédiatement ; cependant il existe sur-tout dans leurs fruits, comme l'a observé le citoyen Jussieu, quelques différences qui suffisent pour les distinguer. C'est ainsi que dans les rosages les loges du fruit sont formées par les rebords rentrans des valves, tandis que dans les bruyères ces mêmes loges sont formées par les cloisons adnées sur le milieu des valves.

La seconde plante dont j'ai l'honneur de présenter la description à la classe a été apportée d'Angleterre, au

commencement de cette année, par MM. Boutloub. Ces jeunes Espagnols, très-versés dans plusieurs parties de l'histoire naturelle, ont appris au citoyen Cels qu'elle étoit originaire de Botany-bay, qu'elle avoit déja fleuri dans le jardin de Kew, que M. Curtis en avoit donné une description, qu'il l'avoit fait figurer, et qu'il la regardoit comme constituant un genre nouveau auquel il a donné le nom de *goudenia*. Les ouvrages de ce savant botaniste n'étant pas parvenus en France depuis quelques années, j'ai cru devoir faire connoître ce végétal intéressant non seulement par le pays dont il est originaire, mais encore par l'élégance de son port et la structure remarquable de ses fleurs.

Le *goudenia* est une plante herbacée d'un aspect agréable, qui a beaucoup de rapports avec le *scævola* L., ou *lobelia* Plumier, et même avec le *bella-modagam* de l'*Hortus Malabaricus*, vol. IV, t. 59. D'une racine rameuse, fibreuse, s'élèvent plusieurs tiges entièrement simples ou presque simples, un peu penchées en dehors, cylindriques, légèrement anguleuses dans leur partie supérieure, glabres, spongieuses, d'un brun foncé, saupoudrées de poussière blanchâtre, longues environ de 4 décimètres, et de la grosseur d'une plume à écrire. Ces tiges sont garnies, dans toute leur étendue, de feuilles alternes, pétiolées, horizontales, ovales-oblongues, inégalement et finement dentelées dans leur contour, glabres, un peu rudes au toucher, trinervées, veinées, légèrement rugueuses, d'un verd cendré en dessus, blanchâtre en dessous, longues de 3.4 centimètres, et

larges de 8. Les pétioles qui les soutiennent, et qui ont à peu près le tiers de leur longueur, sont canaliculés d'un côté, convexes et striés de l'autre, presque droits, munis à leur base interne d'une petite touffe de poils que l'on remarque également dans le *scævola*. Il sort de cette touffe de poils un bouton tantôt sujet à avorter, tantôt se développant en un rameau, ou plus souvent en un pédoncule trichotome cylindrique, dont la direction est la même que celle des pétioles.

Les fleurs, portées chacune sur un pédoncule propre, presque filiforme et horizontal, ont une couleur d'un beau jaune doré : elles sont munies de plusieurs bractées; savoir, deux linéaires plus longues, situées au sommet du pédoncule commun, et deux plus courtes, opposées par paire au sommet de chaque pédoncule propre. La fleur du milieu s'épanouit constamment la première ; chacune est composée ainsi qu'il suit :

1°. D'un calice adhérent (supérieur, L.), oblong, légèrement anguleux, divisé à son limbe en cinq découpures linéaires très-ouvertes.

2°. D'une corolle monopétale insérée au sommet du calice, marcescente, irrégulière et bilabiée : la lèvre supérieure, qui est réfléchie, présente deux divisions oblongues, arrondies et dilatées dans leur partie supérieure, rétrécies, comme onguiculées dans leur partie inférieure, un peu écartées l'une de l'autre, ondulées sur leurs bords, et traversées chacune dans leur milieu par une nervure applatie, saillante ; la lèvre inférieure renversée est divisée en trois découpures ovales, par-

faitement égales, du reste conformes aux divisions de la lèvre supérieure.

3°. De cinq étamines dont l'insertion est la même que celle de la corolle; leurs filamens subulés, arqués, sont saillans dans l'espace qui se trouve entre les deux découpures de la lèvre supérieure : leurs anthères sont oblongues, adnées au sommet des filamens, terminées chacune par trois ou quatre petits poils; elles sont biloculaires, et elles s'ouvrent sur les sillons latéraux.

4°. D'un ovaire adhérent (inférieur, L.), oblong, surmonté d'un style cylindrique, pubescent, saillant comme les étamines dans l'espace qui se trouve entre les deux découpures de la lèvre supérieure, et terminé par un stigmate dilaté, d'abord droit, très-ouvert, presque cupuliforme, hérissé de poils blanchâtres et cilié à son limbe; ensuite convexe en dessus, de couleur brune, concave en dessous et comme voûté.

Le fruit qui n'est pas parvenu à sa maturité paroît, d'après l'inspection de l'ovaire, devoir être une capsule qui contient plusieurs semences ovales comprimées, munies d'un large rebord.

Il est évident, d'après la description que nous venons de donner du *goudenia*, que ce genre, qui doit être placé dans la pentandrie monogynie du systême sexuel, appartient, dans l'ordre naturel, à la famille des campanulacées. Il réunit en effet tous les caractères qui sont propres à cette famille; savoir, corolle monopétale, périgyne, marcescente; étamines en nombre déterminé, insérées au sommet du calice, et non à la corolle; ovaire adhérent;

semences nombreuses, attachées à l'angle intérieur des loges du fruit, etc. Sa corolle irrégulière, fendue d'un seul côté, et laissant appercevoir les étamines saillantes par cette fente, le rapproche beaucoup du *lobelia* et du *scævola*, deux genres de la même famille. Il a le même calice que le *lobelia*, et probablement le même fruit; ce qui doit faire présumer qu'il est à plusieurs loges polyspermes, et que, dans les semences, l'embryon cylindrique occupe le centre d'un périsperme charnu : mais il diffère de ce genre par ses étamines distinctes et par ses pédoncules multiflores. Son affinité avec le *scævola* consiste non seulement dans la forme de la corolle et la position des étamines, mais encore dans la distinction et le nombre de ces mêmes étamines, dans la conformation absolument pareille du stigmate également velu, dans la touffe de poils située à l'aisselle des feuilles, dans la division trichotome du pédoncule floral qui a les mêmes bractées; mais il en diffère par son fruit, qui paroît devoir être une capsule, tandis que le fruit du *scævola* est un drupe renfermant un noyau biloculaire à loges monospermes. Ce caractère semble isoler le *scævola* dans la famille des campanulacées, et le *goudenia* se présente fort à propos pour l'y fixer plus fortement, en servant de passage et de lien entre ce genre et celui du *lobelia*.

La marcescence de la corolle, ou son dessèchement long-temps avant de tomber, est un caractère remarquable dans les campanulacées. Le citoyen Jussieu, en insistant sur ce caractère, est tenté d'en conclure la



J. Redouté. *Epigaea repens.* Barrois Sculp.



I. J. Redouté.

Goudenia ovata.

Buvry Sculp.



non-existence de la corolle dans ces plantes ; il regarde leur enveloppe colorée comme un calice intérieur, puisqu'elle se dessèche de la même manière ; et il se fortifie dans son opinion en considérant qu'elle ne porte pas les étamines, quoique généralement les corolles monopétales soient toujours staminifères. La même remarque a lieu dans la famille des bruyères, dont la prétendue corolle monopétale est également non staminifère et marcescente. Une observation que j'ai eu lieu de faire vient à l'appui de l'assertion du citoyen Jussieu. En examinant l'organisation de toutes les véritables corolles, j'y ai remarqué des trachées très-apparentes ; et je n'en ai jamais découvert dans les enveloppes colorées des bruyères, des campanulacées, des liliacées, des cucurbitacées, et de plusieurs autres. Je consignai ces observations dans un mémoire lu, il y a trois ans, à la Société des Naturalistes, et imprimé en partie dans le *Magasin encyclopédique*. J'ai soumis aux mêmes recherches l'enveloppe colorée du *goudenia*, qui ne porte point les étamines, quoiqu'elle soit d'une seule pièce ; et comme elle ne m'a présenté aucune apparence de trachées, je crois pouvoir en conclure que cette enveloppe colorée est purement calicinale : ce caractère est une nouvelle preuve de l'affinité du *goudenia* avec les campanulacées.

MÉMOIRE

Sur les tables de composition des sels et les moyens de vérifier les proportions qu'elles indiquent,

Par le citoyen GUYTON.

Lu le 16 prairial an 5.

La détermination des quantités qui entrent dans la composition des sels est l'un des objets les plus importans de la chimie, soit pour abréger le travail de l'analyse, en donnant le moyen de doser les substances sans les isoler, soit pour indiquer les points de saturation et les degrés de puissance attractive dans les diverses combinaisons.

Cette détermination est aussi l'un des points les plus difficiles; on en a la preuve dans le peu d'accord des tables publiées par trois chimistes justement célèbres, Bergman, Wenzel et Kirwan, et dans l'incertitude où l'on est encore à laquelle de ces tables on doit accorder le plus de confiance.

Mon intention n'est pas d'examiner ici en détail les circonstances qui rendent cette opération si délicate, ni de rechercher des procédés nouveaux qui puissent mettre les résultats des expériences à l'abri des variations, qui finissent toujours par les infirmer les uns par

les autres ; mais seulement de proposer un moyen de les apprécier, que je ne sache pas qu'on leur ait encore appliqué, et qui est si simple, d'une exécution si facile, que l'on sera sans doute étonné qu'il ne soit pas venu à la pensée des chimistes qui ont traité cette matière, d'en faire la pierre de touche de la conclusion de leurs observations ; pierre de touche d'autant plus sûre, qu'elle en découvre le vrai ou le faux, par la correspondance de l'effet chimique avec l'effet indiqué par le calcul.

Pour développer cette idée, je me servirai d'abord des quantités respectives d'acide et de base qui, suivant Bergman, entrent dans la composition des sulfates et muriates ayant pour bases la barite et la soude.

Ces quantités sont comme il suit :

Sulfate de barite.

Acide, ...	13
Barite, ...	84

Sulfate de soude.

Acide, ...	28
Soude, ...	16

Muriate de barite.

Acide, ...	23.57
Barite, ...	76.43

Muriate de soude.

Acide, ...	52
Soude, ...	42

Je ne fais pas mention de la quantité d'eau déterminée pour chacun de ces sels, et que l'on ne peut douter qui y existe, soit comme essentielle à l'état actuel de l'acide, soit comme eau de cristallisation; c'est précisément l'impossibilité ou de la séparer complétement, ou de mesurer avec exactitude ce qui en reste, qui fait la principale difficulté de cette sorte d'analyse. Je suis loin encore de mettre en question si sa présence peut influer dans les combinaisons, et décider ou changer l'équilibre des forces: mais on verra bientôt que le moyen de vérification que je propose me dispense d'en tenir compte dans tous les cas assez nombreux auxquels il peut s'appliquer; que l'opération devient bien plus simple par cette élimination; et que si l'on parvient enfin à fixer, dans un état quelconque, les doses d'acide et de base dans les sels formés, l'excédant de poids sera tout naturellement la mesure de la portion d'eau qu'ils contiennent.

Voici maintenant le raisonnement qui m'a conduit dans cette recherche.

Les résultats du mélange de deux dissolutions de sels à deux parties, parfaitement neutres, présentent trois cas qu'il faut bien distinguer.

Premier cas. Chacun des sels conserve sa base, point de décomposition réciproque; il est évident que le mélange doit rester neutre.

Second cas. Les sels étant formés d'un même acide, il peut arriver, ou que chacun des deux sels reste dans le même état de combinaison qu'auparavant, de manière

que la cristallisation les reproduise en solides séparés ; ou qu'il se forme un trisule, c'est-à-dire un sel composé d'un acide et de deux bases. Cette surcomposition est connue ; mais je ne sache pas qu'on ait observé quelque changement dans le point de saturation : ce changement étant possible, même probable en quelques circonstances, on ne doit pas négliger d'interroger à ce sujet l'expérience.

Troisième cas. C'est celui où il y a échange d'acide et de base entre les deux sels. (Je ne parle ici que de la décomposition qui a lieu par la voie humide.)

Les résultats de cette double décomposition peuvent être très-différens.

1°. La décomposition peut n'être que partielle pour l'un des sels ; cela arrive nécessairement toutes les fois que le mélange ne se trouve pas dans de telles proportions, qu'il y ait tout juste assez d'acide pour chaque base, et assez de base pour chaque acide. Alors le mélange contient, outre les deux nouveaux sels, une portion de l'un des deux qui ont été employés.

2°. En supposant une décomposition réciproque entière, il peut arriver, ou que le mélange reste neutre, ou qu'il se trouve avec excès d'acide, ou qu'il se trouve avec excès de base. Je dis en supposant la décomposition entière ; car nous savons bien que ce résultat doit être infiniment rare, lors même que l'on a la précaution de verser goutte à goutte les dissolutions qui déterminent des précipités visibles : mais nous ne sommes pas assez avancés pour prononcer s'il est ou non rigoureusement

possible ; ce qui vient de ce que jusqu'à présent, lorsqu'on a traité chimiquement deux substances, on n'en a considéré qu'une comme sujet de l'expérience, n'employant l'autre que comme instrument, dont il suffisoit d'épuiser l'action, sans compter les doses au-delà de ce terme, et sans examiner quels en étoient les produits.

3°. La décomposition étant totale pour l'un des sels, et seulement partielle pour l'autre, ce que l'on obtient à volonté, le résultat du mélange ne peut être encore que dans l'une de ces trois conditions : ou neutre, ou avec excès de l'un des acides, ou avec excès de l'une des bases.

Or je dis : Si les quantités indiquées dans les tables de composition des sels pour la saturation d'un même acide par une même base, sont exactes, un simple calcul établi d'après ces quantités doit m'annoncer l'un de ces trois états de la liqueur ; et si l'expérience ne répond pas au résultat de ce calcul, les proportions indiquées sont fausses ; ou, si l'on ne veut adopter définitivement cette conclusion, il faudra dire qu'il se présente ici un phénomène d'un ordre nouveau, dont la cause nous est absolument inconnue, et qui doit affecter d'une manière bien extraordinaire la force qui produit les combinaisons.

Il est bon d'observer que, pour rendre décisive l'épreuve de l'état du mélange après la décomposition, il n'est nullement besoin de connoître d'avance les quantités respectives de sels employés, parce que les doses des principes qui ont subi l'échange sont évidem-

ment dans un rapport comparé avec les proportions de composition des deux sels.

Je passe à l'application qui rendra ces vérités plus sensibles.

Dans une dissolution (plutôt étendue que concentrée) de muriate de barite bien neutre, je verse une quantité quelconque de dissolution de sulfate de soude également neutre; il y a, comme l'on sait, sur-le-champ décomposition, et précipité d'un nouveau sel qui se sépare de la liqueur à raison de son insolubilité.

Quelles que soient les doses, il suit des proportions précédemment établies d'après Bergman, que dans ce nouveau sel la barite est à l'acide sulfurique dans le rapport de 84 à 13.

Mais, pour trouver ces 13 d'acide sulfurique, il faut que l'on ait porté dans le mélange 7.428 de soude, car on a supposé tous les sels neutres; et les 13 parties d'acide sulfurique contenues dans le sulfate de soude, qui a réellement été décomposé, ne pouvoient tenir ni plus ni moins de soude, puisque ce nombre est dans le rapport de 28 à 16, indiqué par le même chimiste pour la composition du sulfate de soude. 28 : 16 :: 13 : 7.428. D'autre part, s'il n'y a que 7.428 de soude rendue libre, elle ne peut saturer que 9.196 d'acide muriatique, puisque, suivant la même table, 42 de soude ne prennent que 52 de cet acide, et que 7.428 : 9.196 :: 42 : 52.

Cependant, par une conséquence aussi nécessaire des proportions assignées pour la composition du muriate de barite, il ne peut pas exister dans le mélange moins

de 25.906 d'acide muriatique : car nous raisonnons dans la supposition qu'il y a été porté 84 de barite ; et, s'il est vrai que 76.43 de cette terre exigent pour leur saturation 23.57 d'acide muriatique, le muriate employé en contenoit réellement 25.906.

D'où il faut conclure ultérieurement que n'y ayant eu que 9.196 d'acide muriatique employé à former le nouveau sel neutre, il en reste en excès 16.710 ; quantité qui est plus que suffisante pour affecter le mélange, et donner à la liqueur la propriété d'altérer très-fortement les couleurs bleues végétales ; enfin que si ce phénomène n'a pas lieu, les proportions déterminées sont fausses.

Cela posé, il ne s'agit plus que de consulter l'expérience sur un fait bien facile à acquérir. Que l'on mette dans un verre une dissolution de muriate de barite parfaitement neutre, qui ne cause aucune altération ni au tournesol, ni au curcuma ; que l'on y verse peu à peu une dissolution de sulfate de soude également éprouvée par les réactifs les plus sensibles : si l'on cesse d'ajouter de cette dernière aussitôt que la liqueur n'en est plus troublée, on peut, d'après les données de la table que nous examinons, considérer la masse du mélange des deux acides et des deux bases comme 100, dont les quantités respectives sont comme il suit, à de légères fractions près :

Acide sulfurique, ...	0.10	0.99
Acide muriatique, ...	0.20	
Barite, ...	0.64	
Soude, ...	0.05	

dans laquelle, par conséquent, on devroit trouver 0.12, ou environ les deux tiers de l'acide muriatique, à nu; et, par l'événement, on verra la liqueur rester neutre, soit au moment de la décomposition, soit après la filtration, soit après l'avoir rapprochée jusqu'à pellicule par l'évaporation. Si l'on emploie les procédés convenables pour la cristallisation, elle est complète, et sans le moindre vestige d'eau-mère.

Appliquons la même méthode de vérification à un autre exemple. Je le prends dans les tables retravaillées par M. Kirwan (1), depuis les observations que j'avois faites dans le tome Ier de l'*Encyclopédie méthodique*, sur son *Traité de la force des acides et des proportions des sels neutres*.

On voit dans ces tables (faisant toujours abstraction de l'eau, qui est ici étrangère au résultat) que les rapports des parties composantes sont, comme il suit, dans les sulfates et muriates de soude et de magnésie :

Sulfate de magnésie.

Acide, ...	100
Terre, ...	56.6

Sulfate de soude.

Acide, ...	100
Soude, ...	70

(1) *Of the strength of acids and the proportion of ingredients in neutral salts.* London, 1791.

Muriate de soude.

Acide, ...	100
Soude, ...	68.5

Muriate de magnésie.

Acide, ...	100
Terre, ...	46.3

Il faut se rappeler que les acides dont parle ici M. Kirwan sont ce qu'il appelle *acides réels*, c'est-à-dire, considérés comme absolument privés d'eau, tellement que l'acide muriatique, par exemple, dans le plus haut degré de concentration que l'on puisse l'obtenir en liqueur, et qui n'a que 1.196 de pesanteur spécifique, ne contient, suivant ses calculs, que 0.49 de l'acide réel, dont la pesanteur spécifique, l'eau en étant séparée, seroit 1.500.

Il n'est pas besoin d'avertir que, de même que les acides, les bases ont été prises absolument dans le même état et de pureté et de concentration, pour arriver à une comparaison rigoureusement exacte, autant que possible, des quantités.

Examinons si les résultats soutiendront mieux l'épreuve à laquelle je propose de les soumettre.

On sait qu'il y a échange de bases lorsqu'on mêle une dissolution de sulfate de soude à une dissolution de muriate de magnésie. Je choisis cet exemple comme allant encore plus directement au but que le précédent,

en ce qu'ici la décomposition ne s'opère et ne continue qu'autant qu'il y a double affinité, ou le concours actuel de quatre forces conspirantes.

Lorsque je fais le mélange de ces deux dissolutions bien neutres, la liqueur ne montre aucun changement ; c'est-à-dire, ni excès d'acide, ni excès de base.

Voyons si c'est-là la condition dans laquelle elle doit se trouver, en supposant les proportions de composition telles qu'elles sont indiquées précédemment d'après M. Kirwan.

Quelles que soient les quantités mêlées, il est évident que le jeu des affinités ne s'établira qu'entre les portions qui se trouveront dans les rapports déterminés.

Soit le muriate de magnésie 100 d'acide, et 46.3 de base terreuse : ces 46.3 ne pourront prendre que 81.802 d'acide sulfurique ; car 56.6, terme assigné par Kirwan pour la base de sulfate de magnésie, est à 100 qu'il donne à l'acide, comme 46.3 est à 81.802 (1).

Mais si la nouvelle combinaison ne déplace que 81.802 d'acide sulfurique, il n'y aura non plus que 57.261 de soude mise en liberté, suivant le rapport de 100 d'acide à 70 de base.

---

(1) M. Trommstordf dit, dans une lettre au citoyen Van-Mons (*Annales de chimie*, t. XXII, p. 19), qu'il n'a pu parvenir à décomposer le sulfate de magnésie par le muriate de soude. Il n'en auroit pas été étonné s'il eût consulté ma table d'affinités exprimées en rapports numériques, tome Ier de l'*Encyclopédie méthodique*. Pour écarter tous les doutes, j'ai fait le mélange en sens inverse, c'est-à-dire, du sulfate de magnésie avec le muriate de soude, qui eût dû, dans cette supposition, produire échange et excès d'acide ; et la liqueur est restée neutre.

Or, nous avons vu qu'il faudroit 68.5 de cet alcali pour saturer les 100 d'acide muriatique : il restera donc 16.408 de cet acide, qui se trouvera sans base, et qui changera manifestement la condition de la liqueur.

Que l'on refasse le même calcul pour le cas inverse, c'est-à-dire pour celui où ce sera le muriate qui aura été porté par surabondance dans le mélange, on n'obtiendra pas davantage la condition de la saturation réciproque des quatre principes ; car alors l'acide sulfurique non employé, trouvant du muriate de soude non décomposé, s'emparera de sa base, et toute la différence sera que l'acide muriatique, rendu libre en même quantité, sera le produit de la décomposition directe du muriate de soude par un acide plus puissant.

Prenons un autre exemple dans un cas où l'échange de bases et d'acides donne sur-le-champ des traces moins équivoques ; essayons la décomposition réciproque du sulfate de potasse et du nitrate de chaux. Voici les proportions que les dernières tables de M. Kirwan assignent à ces sels :

Sulfate de potasse.

Acide, ...	100
Potasse, ...	108.7

Sulfate de chaux.

Acide, ...	100
Chaux, ...	80.6

Nitrate de potasse.

Acide, ...	100
Potasse, ...	83.33

Nitrate de chaux.

Acide, ...	100
Chaux, ...	38.4

Soit le sulfate de potasse, 100 d'acide, et 108.7 de potasse; les 100 d'acide se satureront en prenant 80.6 de chaux (je suppose le nitrate de chaux en quantité suffisante pour les fournir).

Pour qu'il y ait 80.6 de chaux fournie à l'acide sulfurique, il faut qu'il y ait eu 209.89 d'acide nitrique rendu libre; car si 38.4 de chaux exigent 100 d'acide nitrique, 80.6 en exigent 209.89.

Or, comme 100 d'acide nitrique ne donnent le point de saturation qu'avec 83.33 de potasse, les 209.89 en demanderoient 174.9.

Mais nous avons vu que l'acide sulfurique n'en avoit lâché que 108.7, ils ne pourront saturer que 130.44 d'acide nitrique; ce sera donc 44.46 de potasse qui manqueront, ou 79.45 d'acide nitrique qui doivent se trouver en excès.

J'ai fait le mélange des dissolutions de ces deux sels en diverses proportions, et sur-tout en forçant la quantité de nitrate; lorsque ces dissolutions étoient concentrées, le mélange prenoit une couleur et une consistance

laiteuse ; le dépôt blanc a été quelquefois presque aussi volumineux que la liqueur, et cependant je n'ai pu y découvrir la moindre trace d'acide libre.

Je me bornerai aujourd'hui à ces trois exemples, qui ne sont que le commencement d'un travail dans lequel tous les sels vraiment neutres, qui se décomposent par le mélange, doivent trouver leur place ; et je répéterai en finissant ce que j'ai déja dit, que mon intention n'est pas de critiquer des expériences faites avec autant de soin que de sagacité, mais d'offrir aux chimistes un problême intéressant sous plusieurs rapports de théorie, de pratique, même de pharmacie, dont il ne s'agit plus seulement de chercher la solution en rectifiant quelques erreurs inévitables dans des manipulations si délicates, mais qui nous conduit à considérer sous un nouveau point de vue le jeu des affinités dans les mélanges des sels, pour y découvrir la cause d'un résultat aussi discordant avec toutes les observations qui ont été faites jusqu'à présent sur leur composition.

OBSERVATION

De l'éclipse de Soleil du 6 messidor an 5, observée à Paris de l'observatoire de la marine, ci-devant hôtel de Cluny,

Par le citoyen Charles MESSIER.

Lu le 11 messidor an 5.

Le mauvais temps a régné tout le mois de juin, on a eu des pluies et du vent : la veille de l'éclipse de même, pluie à différentes reprises pendant la matinée ; l'après-midi, orage, tonnerre, éclairs, grande pluie et du vent ; de la pluie également la matinée le jour de l'éclipse, et beaucoup de nuages l'après-midi avec pluie. Ce mauvais temps ôtoit presque toute espérance d'observer l'éclipse : avant qu'elle commençât, les nuages se séparèrent, et laissèrent le Soleil assez long-temps dans une éclaircie ; il étoit bien terminé. J'observai le commencement de l'éclipse, qui me parut à la demi-seconde, l'échancrure étant insensible ; ensuite quelques distances des cornes, avec une lunette acromatique de trois pieds et demi de foyer, à grande ouverture, garnie d'un micromètre à fils, montée sur une machine parallactique, et dont l'axe étoit placé dans le plan du méridien ; le fil mobile du micromètre m'avoit indiqué le point du

limbe du Soleil, où je devois attendre le contact des deux limbes; la marche de ma pendule m'étoit bien connue par les midis observés à un instrument des passages, et par des hauteurs correspondantes du Soleil prises le jour de l'éclipse et le lendemain. Voici la table de mes observations, dont il faut ôter une seconde huit dixièmes, pour les réduire à l'observatoire.

Temps vrai.			Distance des cornes.		*Circonstances de l'observation.*
H.	M.	S.	M.	S.	
5	0	3	. . . .		Commencement de l'éclipse à la demi-seconde.
5	7	9	12	14	Distance des cornes.
5	12	9	15	56	Distance des cornes.
5	17	8	18	43	Distance des cornes.
5	22	7	20	53	Distance des cornes.
5	27	6	21	53	Distance des cornes.
5	32	5	22	47	Distance des cornes.
5	36	5	. . . .		Le Soleil entre dans un nuage qui tient à l'horizon.
5	57	1	. . . .		Le Soleil sort du nuage.
5	58	1	22	42	Distance des cornes, douteuse.
6	2	0	. . . .		Pluie.
6	3	0	21	28	Distance des cornes. Cette mesure a été prise lorsqu'un nuage blanchâtre couvroit le Soleil, et la densité de ce nuage rendoit la partie éclipsée de la même couleur que le Soleil, rougeâtre (je me servois d'un verre enfumé), phénomène qui dura plus de 20″ et qui me parut bien extraordinaire; c'étoit comme deux Soleils qui anticipoient l'un sur l'autre. Le Soleil étoit environné alors de nuages épais, et ne tarda pas à en être couvert.
6	16	58	12	41	Distance des cornes, un peu douteuse. Le Soleil ensuite disparut dans un fort nuage dans lequel l'éclipse finit.
6	21	57	. . . .		Pluie assez forte.
					Pendant l'éclipse on remarquoit de foibles inégalités au bord de la Lune. Le Soleil étoit sans taches, et depuis plusieurs années il en a paru très-peu.

REMARQUES

Sur l'opération de la taille avec le lithotome caché, et sur le jugement que l'Académie de chirurgie a porté de cette opération dans le troisième volume de ses Mémoires,

Par le citoyen SABATIER.

Lu le 21 messidor an 5.

J'AI souvent entendu discuter sur le mérite de l'opération de la taille pratiquée avec le lithotome caché. Les uns, entraînés par l'autorité de l'Académie de chirurgie, y trouvoient une foule d'inconvéniens qui leur faisoient penser qu'elle devoit être rejetée : les autres, séduits par la facilité avec laquelle on exécute cette opération, et par les succès nombreux qu'elle a entre les mains des personnes qui l'ont adoptée, la regardoient comme une des inventions qui font le plus d'honneur à l'esprit humain. Les réflexions que j'avois faites sur le rapport publié à ce sujet dans le troisième volume des *Mémoires de l'Académie de chirurgie*, m'ont déterminé, de très-bonne heure, à embrasser cette dernière opinion. J'ai souvent fait part de ces réflexions dans l'enseignement public de la médecine opératoire. Comme il est possible qu'elles

n'aient pas été complétement saisies par les personnes qui les ont entendues, j'ai pensé qu'il seroit utile que je les rédigeasse, et que j'en fisse la base d'un mémoire auquel les gens de l'art pussent avoir recours pour fixer leurs idées sur un sujet aussi important. C'est ce mémoire que je soumets aujourd'hui au jugement de l'Institut.

On convient généralement que l'appareil latéral est préférable aux autres manières de tailler : les tégumens et les graisses sont incisés fort bas, et le muscle transversal de l'urètre est entièrement divisé, ce qui donne la facilité de tirer les pierres par la partie la plus large de l'écartement des os pubis ; on coupe la partie membraneuse de l'urètre dans toute sa longueur ; le bourrelet que la prostate forme autour du col de la vessie se trouve entamé assez profondément pour ne plus offrir de résistance à l'extraction des corps étrangers ; enfin on donne à la plaie la forme d'un triangle scalène dont le grand côté descend depuis le col de la vessie jusqu'au périné, et présente une pente facile pour l'écoulement des urines et du pus, et pour la sortie des mucosités et des fragmens de pierre qui peuvent être fournis par la vessie. Or l'opération faite avec le lithotome caché réunit tous ces avantages, et elle s'exécute avec la plus grande facilité. En effet, il est aisé de faire glisser le bec de cet instrument à travers l'incision faite à l'urètre et le long de la cannelure du cathéter jusque dans la vessie ; de le disposer de manière que, sa tige étant appuyée sous la voûte que forme la réunion des os pubis, sa bascule et sa lame tranchante soient dirigées obliquement en dehors et en

bas, parallélement à l'incision des tégumens ; d'en abaisser la bascule pour que la lame sorte de la tige qui lui sert de gaine, et de tirer ensuite l'instrument à soi dans une direction horizontale.

Cette manière d'opérer a-t-elle ajouté quelque chose à l'art? Non, absolument parlant, puisque le résultat en est le même que celui de l'appareil latéral. Cependant je crois qu'elle a été extrêmement utile, en ce qu'elle a introduit un procédé qui a rendu cet appareil d'un usage plus facile, en même temps qu'elle a enhardi un plus grand nombre de praticiens à l'entreprendre. Pour bien juger de ce que l'on doit à son auteur, il faut se reporter à l'année 1748, temps où elle a commencé à être connue. L'appareil latéral étoit fixé depuis vingt ans : mais si on excepte Morand, que son zèle pour le progrès d'un art qu'il exerçoit avec célébrité, avoit engagé à passer en Angleterre pour voir opérer Cheselden et pour apprendre ses procédés ; Garengeot, qui avoit entrepris, en commun avec Perchet, des recherches qui les avoient conduits au même but que Cheselden ; Ledran, à qui ses méditations avoient suggéré une méthode fort simple de pratiquer l'appareil latéral, à laquelle on a fait trop peu d'attention ; Foubert, qui avoit trouvé le moyen de pénétrer dans la vessie par une voie qu'il est probable que personne n'avoit parcourue avant lui, et qui n'a pas été frayée depuis ; et Lecat, qu'un esprit ardent et avide de toute espèce de gloire avoit porté à imaginer des instrumens fort compliqués qu'il avoit substitués les uns aux autres ; tous les chirurgiens français, à l'époque

dont il s'agit, pratiquoient encore ou le grand appareil, ou un procédé analogue à cette manière de tailler.

Lecat convenoit en 1749 que, malgré les succès de l'appareil latéral, cet appareil n'avoit encore pu s'établir dans les hôpitaux de Paris. Louis, à peu près dans le même temps (*Acad. de chirurgie*, t. III, p. 342), faisoit des vœux pour qu'on renonçât au grand appareil; et je me souviens que, vers ce temps, on tailloit à l'hôpital de la Charité, aujourd'hui l'hospice de l'Unité, par une méthode qui s'éloignoit peu de cette façon d'opérer.

A la vérité, l'incision extérieure ne se faisoit plus parallélement au raphé : elle commençoit 4 centimètres 0.53 millimètre au-dessus de l'anus, et descendoit vers la tubérosité de l'ischion. Les graisses du périné et le muscle transversal de l'urètre étoient coupés profondément, ce qui donnoit la même facilité pour tirer la pierre que par l'appareil latéral; mais comme on se servoit d'un lithotome à deux tranchans, large et court, dont la lame étoit arrêtée avec une bandelette de linge, il étoit impossible que le coup de maître, qui se donnoit en abaissant le manche du cathéter, pénétrât au-delà de la partie membraneuse de l'urètre, et qu'il divisât la prostate.

Aussi ceux qui pratiquoient cette opération ne croyoient-ils pas faire l'appareil latéral: ils lui donnoient le nom de grand appareil latéralisé. Lecat a répété plusieurs fois que l'on ne faisoit avec le lithotome caché que ce que l'on avoit coutume de faire avec les instrumens ordinaires. Le rapport publié par l'Académie dit la même chose. De quels instrumens entend-on parler? sont-ce

ceux de Lecat, qui n'étoient employés que par lui et par un petit nombre de ses élèves? sont-ce la sonde cannelée et le bistouri convexe de Ledran, dont on a méconnu les avantages? sont-ce enfin le trois-quart et le couteau de Foubert, qui ne pouvoient convenir à l'opération qui nous occupe? On ne se servoit donc réellement que du bistouri de Cheselden, avec lequel on incisoit l'urètre sur la cannelure du cathéter, pour pénétrer dans la vessie le long de cette cannelure, et pour entamer plus ou moins la prostate. Je conviens que lorsque l'on est accoutumé à l'usage de cet instrument, on peut faire avec lui ce que l'on fait avec le lithotome caché; mais en même temps il faut avouer que cet usage demande beaucoup plus d'exercice et d'adresse que celui de ce lithotome. J'ai souvent eu l'occasion de m'en convaincre lorsque j'exerçois des élèves à la pratique des opérations. Il n'y en avoit que peu parmi eux qui parvinssent à exécuter le procédé de la taille en se servant du bistouri de Cheselden, au lieu qu'ils réussissoient presque tous avec le lithotome caché. D'ailleurs il ne faut pas perdre de vue qu'en 1748 il n'y avoit guère de chirurgiens qui connussent l'appareil latéral; et puisque cette opération n'avoit pu s'introduire dans les grands hôpitaux de Paris, on peut présumer qu'elle n'étoit presque pas pratiquée dans le reste de la France.

A présent il y a beaucoup de villes, même du second et du troisième ordre, où il se trouve des chirurgiens en état de l'exécuter; et, quel que soit le procédé qu'ils emploient, c'est à l'auteur du lithotome caché qu'on en a

l'obligation, parce qu'il a réveillé leur attention sur cet objet, et parce qu'il a excité à de nouveaux efforts. Ce ne seroit cependant pas un motif suffisant pour adopter celui qu'il a publié, si ce procédé ávoit de grands inconvéniens. On lui en a imputé qui m'ont paru exagérés : voyons quels ils sont.

Le défaut de la coupe extérieure.

Le premier est celui qui naît du défaut de la coupe extérieure. Cette coupe, que l'on dit commencer trop haut, donne lieu à des infiltrations urineuses et sanguinolentes dans les bourses, qui sont quelquefois suivies de gangrène. Deux malades opérés par l'auteur du lithotome ont éprouvé cet accident : l'un est mort, et l'autre n'a échappé que parce qu'on a prévenu la gangrène au moyen d'incisions convenables. L'Académie n'attribue pas ces événemens au lithotome, parce qu'en effet, dit-elle, il peut n'y avoir eu aucune part. Peut-être eût-ce été une raison de n'en pas parler. Du reste je trouve, dans l'exposé que l'auteur du lithotome a fait de son procédé, que la manière dont il prescrit d'inciser les tégumens doit mettre à l'abri du malheur dont il s'agit, puisqu'il veut que le bistouri soit plongé à côté du raphé, vers le milieu de la longueur du muscle accélérateur gauche, et un peu postérieurement au-dessous de son milieu, ce qui revient à 2 centimètres 7 millimètres au-dessus de l'anus, et que cet instrument descende obliquement jusque vers la tubérosité de l'ischion du même côté. S'il ne l'a pas

évité dans les deux cas mentionnés ci-dessus, sans doute il s'étoit écarté de la règle qu'il avoit posée lui-même, ou l'infiltration des bourses a eu lieu malgré toutes ses précautions.

La trop grande étendue de l'incision de la vessie.

L'INCONVÉNIENT qui suit est de toute autre conséquence, et tient essentiellement à l'usage du lithotome : il dépend de l'étendue de l'incision que cet instrument fait au col de la vessie. Son auteur s'étoit contenté de dire que l'incision dont il s'agit doit être proportionnée à la grosseur de la pierre, et il croyoit qu'on pouvoit lui donner depuis 6.77 millimètres jusqu'à 3 centimètres 3.77 millimètres de profondeur, en augmentant de 4.51 en 4.51 millimètres. Ces dimensions ont paru beaucoup trop fortes. Lorsque la pierre est petite, dit le rapport de l'Académie, il suffit que la prostate soit entamée ; lorsqu'elle est plus grosse, ce corps glanduleux doit être incisé plus profondément ; enfin, si elle est d'un volume plus considérable, l'incision doit aller jusqu'à la vessie exclusivement, parce que cette poche est très-extensible. L'expérience a fait voir qu'on arrive à ces résultats en ouvrant l'instrument depuis le n° 3 jusqu'aux n°s 5 et 7, et que si on lui donne plus d'ouverture, on s'expose à inciser des parties dont la section est extrêmement dangereuse. L'Académie assure avoir vu le corps de la vessie coupé entièrement, 2 centimètres 7 millimètres, ou 4 centimètres 0.53 millimètre

au-delà de la prostate. On ne peut se refuser d'admettre ces faits : mais il faut que, dans les cas où ils se sont présentés, l'instrument n'ait pas été bien conduit ; la preuve en est facile. L'auteur du lithotome étoit persuadé que l'effet de son instrument répondoit invariablement au degré de l'ouverture qu'on lui donne. L'Académie s'est d'abord refusée à cette invariabilité : mais bientôt après elle est convenue que le lithotome, ouvert à un certain degré, ne peut faire une incision plus ou moins étendue ; elle a même ajouté que cela est incontestable. Cela posé, voici comme il me semble que l'on peut raisonner. Le plus grand écartement que l'on puisse donner à la lame du lithotome est de 3 centimètres 3.77 millimètres. La demi-épaisseur de la prostate dans la direction suivant laquelle ce corps doit être incisé est au moins de 1 centimètre 0.53 millimètre : la partie membraneuse de la vessie s'est trouvée entamée 4 centimètres 0.53 millimètre plus loin ; donc la section totale a été de 5 centimètres 4 millimètres, c'est-à-dire de 2 centimètres 0.30 millimètre plus grande qu'elle n'eût dû être, si le lithotome eût été conduit comme il convient. Ce raisonnement acquiert bien plus de force lorsqu'on se donne la peine de réfléchir à la manière d'agir de l'instrument. Il est certain qu'il ne peut diviser les parties soumises à son action qu'autant qu'on le fait glisser sur elles. Le mouvement par lequel on écarte la lame d'avec la gaine qui la renferme, ne doit donc produire qu'une légère division. J'ai remarqué en effet que cet écartement ouvre le col de la vessie d'une quantité

plus ou moins grande, sans presque l'entamer. Lorsqu'il est de 2 centimètres 0.30 millimètre, et que le lithotome ne pénètre dans la vessie que de 2 centimètres 7 millimètres, la dilatation du col de ce viscère est de 1 centimètre 8.4 millimètres. Si, avec le même écartement, le lithotome est porté à 4 centimètres 0.53 millimètre de profondeur, cette dilatation est de 1 centimètre 5.79 millimètres : enfin, s'il pénètre de 5 centimètres 4 millimètres, elle est de 1 centimètre 3.53 millimètres. Voilà donc 1 centimètre 8.4 millimètres, 1 centimètre 5.70 millimètres, ou 1 centimètre 3.53 millimètres, qu'il faut retrancher de son effet total; et l'incision faite à la prostate ne peut avoir que 2.26 millimètres de profondeur dans le premier cas, 4.51 millimètres dans le second, et 6.77 millimètres dans le troisième.

Que deviennent donc les craintes que l'on a conçues relativement à cet effet total ? doit-il donner lieu à des hémorragies que rien ne puisse arrêter, parce que les vaisseaux d'où le sang sort sont situés au-delà du col de la vessie ? On en cite trois exemples. Le premier est celui d'un curé du diocèse de Sens, opéré à l'hospice de l'Unité par Lesne. Il y eut une effusion de sang considérable, dont on se rendit maître au moyen d'une canule introduite dans la vessie : ce qui prouve qu'elle n'étoit pas de l'espèce de celle qu'on reproche au lithotome caché; car la canule n'auroit pu l'arrêter. Le sang se montra à plusieurs reprises; mais l'auteur du lithotome, qui avoit rendu compte de ce fait six ans avant que

l'Académie publiât ses expériences, dit que la canule étant tombée le cinquième jour, l'hémorragie ne recommença que le neuvième, à l'occasion d'une toux et d'une fièvre violente, qui enlevèrent le malade le dix-huitième jour de son opération. J'ai été témoin de ce fait, et je me le rappelle parfaitement. L'Académie dit que la vessie se trouva pleine de sang; c'est une circonstance dont le souvenir m'est échappé : mais, pour que l'observation faite sur ce curé prouvât ce qu'il s'agissoit de prouver, il auroit fallu, ce me semble, qu'on eût trouvé que le sang avoit été fourni par un de ces vaisseaux dont l'ouverture paroît si fort à craindre; or on ne le dit pas.

Je trouve la même omission dans l'histoire abrégée de M. Forceville, mort, le septième jour, d'une hémorragie qui n'a pas discontinué depuis son opération. Le troisième exemple, loin de confirmer les conséquences que l'Académie tire des deux autres, me paroît justifier le lithotome de l'accident qu'on lui impute. Cet instrument n'avoit été ouvert qu'au n° 7 : or ce numéro est un de ceux avec lesquels l'Académie est convenue qu'on ne coupe que les parties qui doivent l'être. Si donc il est survenu une hémorragie mortelle à la suite de l'opération faite à M. Crin, cette hémorragie tenoit à l'appareil latéral, et non à cet appareil pratiqué avec le nouveau lithotome. L'Académie dit que la canule garnie d'agaric l'auroit arrêtée si elle n'eût eu sa source dans un vaisseau ouvert par une incision prolongée au-delà des bornes nécessaires, parce que la canule

arrête toutes les hémorragies dans la taille latérale ordinaire. Cette proposition est-elle bien vraie? je n'ai pas de faits à y opposer; mais je ne doute pas que ceux qui ont eu de fréquentes occasions de faire la taille latérale par le procédé de Cheselden, le seul presque qui fût connu lors de la publication du lithotome caché, ne m'eussent fourni des preuves du contraire. La précaution recommandée par les lithotomistes anglais de faire l'ouverture extérieure si grande qu'on puisse lier les vaisseaux ouverts, me semble les fournir. Si la canule réussissoit toujours, ils n'auroient pas cherché à lui substituer une ligature très-difficile à pratiquer, et qui ne peut d'ailleurs convenir que lorsque la source de l'hémorragie est peu profonde.

La possibilité d'ouvrir le rectum.

La possibilité d'ouvrir le rectum, reprochée au nouveau lithotome, ne me paroît pas plus fondée que celle d'attirer des hémorragies mortelles. On a su que cela étoit arrivé deux fois dans son usage. L'un des malades, opéré par l'auteur même de l'instrument, est mort. On ne dit pas ce que l'autre est devenu. L'opération lui avoit été faite par un chirurgien très-versé dans la pratique des opérations; mais la pierre pesoit 122 grammes 287 milligrammes, et le lithotome étoit ouvert au n° 15. Malgré l'habileté de celui qui a opéré, l'auteur de l'instrument auroit pu répondre qu'il n'étoit pas comptable des fautes d'autrui, et que lui-même ne s'étoit jamais servi du n° 15, au moins dans les

opérations dont il a jugé à propos de publier l'histoire ; il auroit pu dire que cet accident étoit arrivé à Cheselden, et peut-être à beaucoup d'autres, et qu'il tient plus à l'opérateur qu'à l'opération : mais ce dont il auroit pu se plaindre avec raison, c'est de se voir comparer, à ce sujet, avec un nommé Raoux, dont la supercherie criminelle a été dévoilée par le dernier des Collot, et qui, faisant semblant de tailler, suivant la méthode simple et peu effrayante du petit appareil, des malades parvenus à l'âge adulte, substituoit une pierre à celle qu'il auroit dû leur tirer, et la montroit teinte du sang qui sortoit de la plaie inutile qu'il leur avoit faite au périné.

La variabilité de l'effet de l'instrument.

LORSQUE l'auteur du lithotome caché donna la description de cet instrument et la manière de s'en servir, il se contenta de dire que l'ouverture du col de la vessie se faisoit avec exactitude par son moyen, et que tous les opérateurs, quoique doués inégalement de génie et d'adresse, parviendroient à tailler avec sûreté dans tous les cas. La discussion qu'il eut avec Lecat le fit insister sur cet avantage, et il avança, peut-être sans y avoir trop pensé, que l'effet de son lithotome peut être comparé avec celui d'un compas qui trace toujours un cercle d'un diamètre proportionné à l'ouverture de ses branches ; que l'incision qui en résulte se fait avec la même précision qu'une horloge tourne par le poids qui

la fait mouvoir ; enfin, que son invariabilité est la même que celle d'une roue qui fait constamment le même tour. L'Académie, après avoir reconnu cette invariabilité, a pensé que quand elle seroit aussi réelle que l'auteur du lithotome et que ses partisans le croyoient, elle ne seroit pas vraie si on l'envisage d'une manière relative, parce que les dimensions de la vessie n'étant point les mêmes dans tous les sujets et dans toutes les circonstances, et ce viscère se trouvant souvent rétréci par la présence de la pierre, ce ne sont pas toujours les mêmes parties qui sont coupées. Les réflexions qu'elle fait à ce sujet sont très-judicieuses; mais elle revient bientôt sur ses pas, et montre combien peu on doit compter même sur l'invariabilité absolue de l'instrument, puisque la moindre inclinaison du poignet, et la profondeur différente à laquelle le lithotome est porté dans la vessie, donnent des incisions dont les dimensions sont différentes. Précédemment l'Académie craignoit que ces incisions poussées trop loin n'entamassent des parties qui doivent être ménagées : à présent elle dit que souvent elles n'ont pas assez d'étendue, de sorte que l'introduction et la sortie des instrumens destinés à la recherche et à l'extraction de la pierre deviennent fort difficiles. Quatre faits viennent à l'appui de cette assertion : celui de M. de Chévri, dont l'opération a duré quarante-cinq minutes, et dans la vessie de qui on a été obligé de porter les tenettes vingt-huit fois; celui d'un prêtre lazariste de Fontainebleau ; celui de M. Moreau, professeur de philosophie au collége de

Montaigu ; enfin celui d'un malade taillé à l'Hôtel-Dieu de Nantes. Non seulement l'opération a été longue et laborieuse dans ces trois derniers cas, mais encore il a fallu reporter le lithotome dans la plaie, et inciser à plusieurs reprises : les deux premiers malades sont morts. Ces observations sont une preuve de ce que j'ai dit plus haut, que loin d'appréhender que le lithotome caché porte son action trop avant, on peut craindre qu'il n'incise pas le col de la vessie assez profondément, lorsque cette partie n'est pas resserrée par le spasme, et lorsque les règles prescrites pour l'usage de l'instrument n'ont pas été suivies avec exactitude. Je prie d'observer qu'en rapportant ces faits on paroît avoir trop insisté sur une circonstance qui ne prouve rien de ce qu'on avoit à prouver : c'est la nécessité de réintroduire les tenettes un grand nombre de fois. Qu'indique cette nécessité ? ne peut-elle pas avoir été causée par la difficulté de rencontrer et de saisir la pierre, aussi bien que par celle de la tirer par une ouverture trop étroite ? Ceux qui pratiquoient le grand appareil, et qui certainement n'incisoient pas le col de la vessie, ne mettoient pas toujours quinze, trente et quarante-cinq minutes à faire cette opération, et n'étoient pas obligés de reporter un grand nombre de fois les tenettes dans la vessie. Le rapport dit encore, à l'occasion du quatrième malade, que l'on a appris que les urines continuoient à passer par la plaie le cinquantième jour, et qu'il y avoit apparence que le sujet resteroit fistuleux. Tous ceux en qui cet accident a continué au-delà de ce terme, le sont-ils devenus ?

CORRECTIONS FAITES A L'INSTRUMENT.

On croiroit, d'après des reproches aussi graves, que l'Académie va proscrire entièrement le nouveau lithotome : point du tout. Elle s'occupe des modifications qu'un de ses correspondans a apportées à sa construction et à la manière de s'en servir. Ce chirurgien, que des circonstances particulières mettoient dans la nécessité d'en faire usage, s'apperçoit que la lame du lithotome peut blesser le bas-fond de la vessie, et, pour éviter un si grand inconvénient, il fait émousser cette pointe et retrancher quelques millimètres du tranchant. Lorsqu'il le porte dans la vessie, il a soin de le tirer à lui de manière qu'il n'en reste que la longueur de 2 centimètres 7 millimètres au-delà de la prostate, à quoi il ajoute l'attention de baisser le poignet au moment où il le retire. Avec ces précautions, il peut tailler les enfans fort jeunes au nº 5, ceux d'un âge plus avancé au nº 7, et les adultes au nº 9. Il lui est même arrivé une fois, sans faire courir beaucoup de risque au malade, de se servir du nº 11 pour l'extraction d'une pierre qui pesoit 129 grammes 930 milligrammes. Ces corrections du procédé de tailler avec le lithotome caché, ont valu des distinctions à leur auteur de la part de l'Académie. Quoique la lame de cet instrument ne soit pas terminée en pointe, il est bien d'en avoir arrondi et émoussé la dernière extrémité. Le conseil de le tirer à soi de manière qu'il ne pénètre pas trop

avant, et celui de baisser le poignet, préviennent la section de la membrane interne de la vessie au-delà du col de ce viscère. On peut ajouter à ces attentions quelques autres circonstances dont l'effet est de rendre l'opération plus sûre, et d'en prévenir les inconvéniens. Les voici.

L'auteur du lithotome dit qu'après avoir coupé les tégumens, il faut inciser l'urètre, et découvrir la sonde dans une étendue de 1 centimètre 3.53 millimètres à 1 centimètre 5.79 millimètres, afin d'introduire aisément le bec de l'instrument dans sa cannelure; mais le boursouflement du tissu cellulaire bouche quelquefois l'ouverture que l'on a faite à l'urètre, et rend cette introduction difficile. Elle cessera de l'être si on porte l'ongle du doigt indicateur de la main gauche dans la cannelure de la sonde, ou si l'on y laisse la pointe du bistouri, dont on saisira le manche avec la main gauche, pour que l'ongle ou cet instrument serve de guide au lithotome: celui-ci placé, il faut ôter le doigt ou le bistouri, si on s'en est servi, prendre la plaque de la sonde de la main gauche, l'amener à soi en même temps qu'on pousse le lithotome en avant, et diriger cet instrument de bas en haut le long de la cannelure de la sonde, en leur faisant faire un angle très-obtus, de peur qu'ils ne cessent de se toucher, et que le lithotome ne s'égare et ne se fraye une fausse route, ainsi que je l'ai vu arriver sur des cadavres, entre les mains d'élèves inattentifs ou mal-adroits. Enfin il me paroît essentiel de baisser le manche de l'instrument aussitôt que le défaut de résistance, et la

quantité dont il est sorti de la plaie, indiquent que la prostate est incisée : autrement on s'expose à couper le tissu cellulaire qui avoisine l'extrémité du rectum, et à exciter une hémorragie grave par la section des artères du périné qui s'y rencontrent. On a toujours pensé que cet accident étoit inévitable en suivant la méthode de Cheselden, avec laquelle l'opération dont il s'agit a la plus grande analogie. Moreau, ancien chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu, actuellement l'hospice de l'Humanité, est peut-être le seul qui ait pensé à le prévenir. Le moyen qu'il a imaginé pour cela revient à la précaution que je viens d'indiquer. Il est simple, ingénieux, et donne au procédé de la taille qu'il a inventé, une ressemblance très-marquée avec ceux de Ledran, de Pouteau et de Hawkins. La plaie qui en résulte n'a pas la forme d'un triangle dont le sommet réponde au col de la vessie, et la base au périné, comme dans la méthode de Cheselden : elle en présente deux qui se confondent à leurs sommets, et qui ont leurs bases au col de la vessie et au périné ; ou plutôt on peut la comparer à un entonnoir dont le bec est large et alongé. Il sembleroit qu'elle doit être moins favorable à la sortie de la pierre, et à celle des écoulemens que fournit la vessie : mais Moreau avoit observé que le tissu cellulaire, laissé intact, s'affaisse sous les instrumens, et qu'il n'empêche pas de parvenir au but que l'on se propose dans l'opération.

De la nécessité des pansemens.

La dernière observation de l'Académie porte sur l'omission des pansemens. Il y a des cas où ils sont utiles et nécessaires ; mais ces cas sont en bien petit nombre, et il est probable qu'ils étoient connus à l'auteur du lithotome. S'il donnoit le conseil de s'en dispenser, ce n'étoit sans doute que dans ceux où il ne se présentoit rien d'extraordinaire. En cela il a contribué à corriger un abus que l'on aura peine à concevoir. J'ai vu, dans ma première jeunesse, les chirurgiens les plus exercés porter, avec des pinces à pansement, des bourdonnets chargés d'un onguent digestif jusque dans la partie la plus reculée de la plaie, dans la fausse idée de conduire jusqu'au fond ce médicament, que l'on croyoit nécessaire à sa consolidation. Cet usage étoit général, quoique l'Académie n'en parle pas, parce que sans doute on avoit déja eu le bon esprit d'y renoncer lorsqu'elle a publié son rapport. Elle ne fait mention que de fomentations et d'embrocations au voisinage de la plaie et sur le ventre, de compresses et de plumasseaux secs au périné, et d'injections lorsqu'il y a du gravier ou des mucosités dont il faut favoriser la sortie. Du reste, l'auteur du nouveau lithotome n'est pas le seul qui ait banni les pansemens après l'opération de la taille. Rau, dont on connoît la célébrité, écrivoit à Winslow le 30 août 1718 : « Pour le pansement, je n'ai besoin » ni d'appareil ni des bandages dont on a coutume de

» se servir. La plaie guérit très-vîte en la couvrant deux » fois le jour de baume d'Arcéus avec un pinceau. » Plus anciennement encore le frère Jacques de Beaulieu ne pansoit pas ses malades, et il avoit coutume de leur dire : « Je vous ai opérés, Dieu vous guérira. »

Mais, dira-t-on, l'Académie cite des exemples de malades opérés avec le lithotome caché, lesquels sont morts faute d'avoir été pansés. Examinons. Le premier est celui de M. de Chévri, dont la mort a déja été attribuée à son opération, laquelle fut très-laborieuse, puisqu'elle a duré quarante-cinq minutes, et qu'on a introduit les tenettes vingt-huit fois dans la vessie : s'il est mort de cette opération, il n'est pas mort faute d'avoir été pansé. Vient ensuite M. de la Ménardière. Les urines de ce malade ont passé en totalité par sa plaie pendant les quinze premiers jours; ce qui n'a pas empêché qu'elle ne fût entièrement consolidée au bout d'un mois. Il est mort un autre mois après cette guérison apparente, sans avoir discontinué de sentir des cuissons et des douleurs en urinant. A l'ouverture de son corps, on a trouvé la prostate squirreuse, et du volume d'un œuf; il y avoit aussi quelques taches gangréneuses au dedans et au dehors de la vessie. A qui persuadera-t-on que des injections eussent fait suppurer une prostate aussi grosse, ou qu'elles eussent prévenu son endurcissement, lequel devoit avoir eu lieu long-temps avant l'opération? Le malade étoit âgé de soixante-douze ans, et il n'y a rien d'étonnant qu'il ait succombé. M. de Montagu est le dernier : les urines n'ont pas cessé de

couler par la plaie pendant les vingt et un jours qu'il a survécu. Quels pansemens, quelles injections auroient remédié au vice d'organisation qui s'est rencontré chez lui ? Il avoit la vessie garnie de cellules qui chacune contenoient une pierre : on voit bien que le cas étoit mortel.

Arrêtons-nous un moment ici. N'est-il pas surprenant que l'Académie ait fait usage de ces faits dans un rapport où elle ne devoit rendre compte que de ses expériences sur diverses manières de tailler ? ne s'apperçoit-on pas qu'elle a manqué à la justice, én relevant des fautes commises dans l'exercice de l'art, pendant qu'elle n'avoit qu'un procédé opératoire à juger ? et ces fautes encore, quel en est le nombre ? On cite quatorze opérations dont onze ont été funestes. Le rapport de l'Académie a été imprimé en 1757 : combien s'en étoit-il fait alors avec le lithotome caché ? n'auroit-il pas fallu établir une proportion entre les malades qui sont guéris, et ceux qui sont morts ? Au défaut de cette connoissance, qu'il n'est peut-être plus possible d'acquérir actuellement, disons ce que l'Académie devoit savoir, qu'en 1751, six ans auparavant, l'auteur du nouveau lithotome avoit déja publié une liste de quarante-huit malades opérés avec cet instrument et désignés par noms et demeures, et que sur ce nombre il n'en étoit mort que trois, parmi lesquels se trouve le curé du diocèse de Sens, dont il a été parlé au sujet de l'hémorragie ; ce qui fait un sur seize. Assurément, si on excepte la fable qui s'est accréditée sur Rau, que sur quinze cent quarante-sept

sujets opérés par lui, aucun n'est mort, il y a peu de méthodes de tailler en faveur desquelles on puisse citer des succès aussi nombreux.

Comparaison du frère Jacques avec le frère Côme.

L'Académie termine son rapport par la comparaison qu'elle fait du frère Côme, auteur du lithotome caché, avec le frère Jacques de Beaulieu, à qui on doit incontestablement l'appareil latéral. Si elle eût été exacte dans le résumé qu'elle présente de la vie du frère Jacques, nulle comparaison ne seroit plus juste, puisque ces deux hommes extraordinaires se sont occupés du même objet, qu'ils ont eu la même vogue, et qu'ils ont rendu tous deux le plus grand service au public : mais elle se contente de rapporter en peu de mots ce que l'on trouve à ce sujet dans Dionis, de qui on ne peut méconnoître la partialité. Cet auteur, dont l'ouvrage a paru en 1707, ne parle, pour ainsi dire, que de ce qui s'étoit passé en 1698, parce que la plus grande partie des opérations faites en cette année par le frère Jacques avoient été malheureuses. Pouvoit-il ignorer les succès que ce religieux a eus depuis, et notamment à Aix-la-Chapelle, où il tailla en 1699 soixante personnes dont la plus grande partie guérit, et à Versailles, où il fit en 1701 et en 1702 soixante autres opérations qui toutes réussirent? Pouvoit-il ignorer que la reconnoissance publique avoit engagé plusieurs artistes à le graver, et que les magistrats

d'Amsterdam avoient fait frapper en son nom une médaille, dont l'exergue portoit ces mots honorables, *Pro servatis civibus?* Il ne faut pas dissimuler que le frère Jacques a eu d'autres détracteurs, et qu'il a paru dans le temps diverses critiques de sa méthode. La plus forte sans doute, parce qu'elle est la plus raisonnable et la plus modérée, est celle que Méry a publiée en 1700, sous le titre d'*Observations sur la manière de tailler pratiquée par le frère Jacques.* Hunauld, médecin à Angers, oncle de celui qui a été membre de l'Académie des sciences, que ce frère avoit eu occasion de connoître, entreprit sa défense dans un ouvrage anatomique dont lui-même avoit fait les dessins, et qui contenoit la description de la méthode du frère Jacques perfectionnée au point qu'il étoit certain de couper les mêmes parties, parce qu'au lieu de se servir d'une sonde solide et parfaitement ronde, qui ne pouvoit guider son lithotome d'une manière sûre, ce frère avoit adopté l'usage des cathéters cannelés comme ceux dont nous nous servons, d'après l'avis de Duverney le médecin, devant qui il avoit fait de fréquens essais de sa méthode sur des cadavres. Cet ouvrage de Hunauld n'a pas été imprimé: mais le frère Jacques a publié en 1702 un écrit dans lequel il a exposé sa nouvelle manière d'opérer, avec les certificats de Fagon, de Félix, de Duchesne et d'autres; écrit dont on n'a tiré dans le temps qu'un petit nombre d'exemplaires. Morand l'a fait réimprimer à part, et l'a inséré depuis dans ses *Opuscules de chirurgie.*

Il faut donc distinguer deux époques dans la vie du

frère Jacques : l'une où, livré à ses connoissances, qui étoient fort bornées, il se servoit d'instrumens qui l'égaroient souvent; l'autre où, averti par des personnes habiles, il employoit des instrumens mieux construits, et où il opéroit avec la plus grande sûreté. C'est en ne faisant attention qu'à cette seconde époque qu'il eût fallu le comparer avec le frère Côme. Tous deux étoient voués à la vie monastique, tous deux étrangers à l'art, tous deux de mœurs simples et pures, tous deux nés avec un génie qui les a conduits à des découvertes infiniment utiles, tous deux enfin dignes de l'estime de leurs contemporains, et de la reconnoissance de la postérité. Le frère Jacques se plaignoit de Méry en ces termes : « Méry, dit-il, devoit au moins conserver ce qu'il y » a de bon dans ma manière d'opérer, et en attendre le » succès avant de mettre ses écrits sous la presse; mais » il a pris plaisir à blâmer l'opération et l'opérateur, » en le supposant sectateur d'un nommé Raoux, qui a » passé à Paris pour un fripon et pour un escamoteur. » Le frère Côme auroit pu en dire autant. Au lieu de répondre à une critique dont il devoit connoître la foiblesse, il a mieux aimé continuer à rendre service aux calculeux qui requéroient ses soins, et employer les forces de son génie à la découverte d'un nouveau procédé pour la taille au haut appareil, infiniment supérieur à ceux de Franco et de Rosset, les seuls que nous connussions avant lui. C'est un second titre à la célébrité qu'il s'est acquise, et qu'il ne peut manquer de conserver, tant qu'il y aura des personnes qui cultiveront la chirurgie.

MÉMOIRE
SUR LA GRANDE ÉCLIPSE ANNULAIRE DE 1748,

Par le citoyen Jérôme Lalande.

Lu le 6 thermidor an 5.

L'éclipse annulaire de 1748 est une des plus remarquables de ce siècle ; c'est la première que j'ai vue : elle contribua à ma vocation, et j'y reviens avec quelque satisfaction après cinquante ans d'observations et de calculs. Plusieurs astronomes s'en sont déja occupés, De l'Isle, Lemonnier, Euler, Kies, Pingré, Méchain, Dagelet ; cependant elle est restée dans un chaos que Pingré n'espéroit pas de débrouiller (*Mémoires*, 1766, page 58). J'ai cru pouvoir être un peu plus heureux : voici du moins quelques calculs qui ne seront pas tout-à-fait inutiles. J'ai déterminé la parallaxe et les diamètres mieux qu'on ne les connoissoit avant moi ; le mouvement horaire est mieux connu par les tables de Delambre. Avec ces nouveaux secours je puis aller un peu plus loin.

Je fis en 1750, avec Joseph De l'Isle, une grande quantité de calculs sur les observations de cette éclipse,

et il en publia une partie dans les *Mémoires* de 1757, page 490. On y trouve sa méthode pour les éclipses; mais elle étoit trop compliquée, et je l'ai extrêmement simplifiée. De l'Isle y donne des élémens, mais sur les tables de Halley, qui ne sont pas assez exactes : il n'y donne aucun résultat pour la conjonction ni pour la latitude. Le résultat de Pingré donneroit pour la conjonction $23^h\ 23'\ 50''$; il me semble que c'est $10''$ trop tôt.

La conjonction m'a paru devoir être fixée au 24 juillet, $23^h\ 24'\ 0''$ temps vrai, ou $23^h\ 29'\ 57''$ temps moyen. J'ai calculé par les tables le lieu du Soleil $4^s\ 2^o\ 43'\ 1''$; celui de la Lune, $4^s\ 2^o\ 43'\ 8''$; la latitude, $27'\ 32''$; le mouvement horaire sur l'écliptique, $29'\ 30''4$; le mouvement en latitude, $2'\ 43''9$; la parallaxe pour Paris, $53'\ 55''5$; le diamètre horizontal, $29'\ 27''4$; celui du Soleil, $31'\ 33''8$, et son mouvement horaire, $2'\ 23''4$.

L'éclipse n'ayant point été observée à Paris, je me suis servi des observations de Londres et de Greenwich, dont la position est bien connue actuellement, pour avoir exactement le temps de la conjonction pour Paris, et la latitude au moment de la conjonction, qui est un résultat nécessaire de toute observation d'éclipse. A Londres, hôtel de Marlborough, $9'\ 52''$ à l'occident de Paris, et à $51^o\ 30'\ 17''$, le docteur Bevis observa le commencement à $21^h\ 3'\ 48''$, et la fin à $0^h\ 9'\ 25''$ environ. (*Philosoph. Trans.* n° 489, p. 521.) J'en ai conclu la conjonction $23^h\ 14'\ 7''$, et la latitude $28'\ 4''$.

A Greenwich, $9'\ 21''$ à l'occident de Paris, Bradley

observa le commencement à $21^h\ 4'\ 30''$, et la fin, $10'\ 15''$: j'en ai déduit la conjonction $23^h\ 14'\ 40''$, et la latitude $28'\ 3''$.

En réduisant ces observations à Paris, la conjonction se trouve $23^h\ 24'\ 0''$, et la latitude pour un milieu, $28'\ 4''$. Le citoyen Méchain trouvoit $5''$ de plus pour la conjonction, et $6''$ de moins pour la latitude en conjonction.

L'observation la plus célèbre de cette éclipse est celle que le citoyen Lemonnier fit en Écosse, où il étoit allé exprès pour voir une éclipse annulaire. Il n'en eut pas la satisfaction toute entière; car l'éclipse ne fut pas tout-à-fait annulaire : mais il observa le diamètre de la Lune lorsqu'elle étoit sur le Soleil (*Mémoires*, 1749, p. 383), et il trouva le diamètre $14'\ 53''5$. Mes élémens donnent $14'\ 51''$, et ils ont été déduits de beaucoup d'observations. Cette mesure leva la difficulté que La Hire avoit élevée en prétendant que la Lune diminuoit quand elle étoit sur le Soleil.

Le château d'Aberdour, appartenant au lord Morton, est à $56°\ 4'$ de latitude, et $25''$ à l'ouest d'Édimbourg : le commencement fut observé à $20^h\ 51'\ 13''$, et la fin à $23^h\ 48'\ 18''$. J'en ai conclu la conjonction à $23^h\ 0'\ 59''$; ce qui donne, pour la différence des méridiens d'Édimbourg et de Paris, $22'\ 36''$, au lieu de $22'\ 2''$ qu'on a coutume d'émettre dans les *Connoissances des temps*, où le citoyen Méchain a rassemblé les meilleurs résultats qu'il fût possible de se procurer : j'y ai ajouté tout ce que j'ai pu recueillir depuis quelques années, dans le volume de l'an 7. A l'égard de la latitude de la Lune, on ne peut

pas la conclure de la durée, parce que la Lune passa trop près du Soleil. De l'Isle trouvoit par les distances des limbes observées par le citoyen Lemonnier, que la plus courte distance des centres avoit été de 1′ 32″; mais Short ayant observé au milieu de l'éclipse qu'il s'en falloit un septième de la circonférence du Soleil que l'éclipse ne fût annulaire, cela ne pouvoit s'accorder. De l'Isle en concluoit que le Soleil avoit paru enflé de 43″ dans le temps du milieu de l'éclipse. Cette conclusion étant inadmissible, il faut renoncer à la distance 1′ 32″. En effet, je trouve qu'en diminuant de 2″ seulement le demi-diamètre de la Lune, et de 8″ la latitude de la Lune trouvée ci-dessus, on satisferoit à l'observation de Short. Cela seroit plus facile à admettre; d'ailleurs cette estime d'un septième de la circonférence peut être susceptible de quelque doute. Le citoyen Lemonnier ne mesura pas la plus proche distance des centres : il étoit occupé du diamètre de la Lune, qui étoit l'objet de son voyage en Écosse; il savoit bien que la latitude se trouveroit assez par les observations faites ailleurs. Et Short, au lieu de mesurer la distance des bords, se contenta d'examiner la distance des cornes: mais elle dépendoit trop des diamètres du Soleil et de la Lune, et elle étoit trop difficile à estimer; car le citoyen Lemonnier doutoit si l'éclipse avoit été annulaire. Il écrivoit à De l'Isle qu'avec sa lunette de huit pieds et demi il n'avoit pu le bien distinguer à cause des ondulations qui avoient duré en cet endroit 3′ de temps : il croyoit pourtant que le bord de la Lune avoit été de 5 ou 7″ en dehors du Soleil; ce qui

exigeroit une diminution de 7″ dans la latitude, ou au moins de 4 à 5″, si l'on vouloit donner aux deux diamètres du Soleil 2 ou 3″ de plus que moi, comme ont fait quelques astronomes.

Il est possible en effet que dans une lunette ordinaire de huit pieds et demi, le diamètre du Soleil paroisse un peu plus grand que dans l'héliomètre de dix-huit pieds que j'ai employé à cette détermination. Le citoyen Lemonnier trouvoit, par quelques-unes de ses phases, que la Lune étoit toute sur le Soleil, et par d'autres, qu'il s'en falloit de 2 ou 3″. (*Mémoires*, 1749, p. 383.)

Je pense donc qu'il faut renoncer à trouver la latitude de la Lune par les observations d'Aberdour.

A Aberdeen en Écosse, latitude 56° 3′ 40″, fin à 23h 48′ 18″; conjonction, 23h 1′ 39″ : différence des méridiens, 22′ 21″.

L'éclipse fut annulaire à Berlin; mais il semble que la durée de l'anneau soit douteuse. Si on la supposoit de 1′ 22″, comme le dit M. Kies, il en résulteroit une latitude de 28′ 13″, qui est trop grande, comme celle d'Aberdour est trop petite; mais Euler dit que la plus courte distance fut de 53″, et cela s'accorde mieux avec la latitude, que je suppose de 28′ 4″ au moment de la conjonction.

On crut aussi voir le Soleil enflé (*Mém. de Berlin*, 1749, p. 105); mais le citoyen Lemonnier a déja réfuté cette idée (*Mém. de l'Acad.* 1765, p. 462), et la durée de l'anneau, si on la suppose 1′ 22″, ne donne pas de dilatation sensible.

En supposant avec Pingré que l'anneau fut observé à Berlin depuis 23^h 51′ 20″ jusqu'à 23^h 52′ 44″, je trouve la conjonction 9′ 4″, et la différence des méridiens 45′ 4″, trop grande de 54″. En supposant, d'après Grischow, que l'anneau dura depuis 52′ 51″ jusqu'à 54′ 13″ (*Phil. Trans.* n° 489, p. 526), on auroit une erreur beaucoup plus grande : ainsi on ne peut tirer parti de cette observation. Le citoyen Méchain, par trois phases combinées deux à deux, trouvoit la conjonction à 9′ 48″, et la différence des méridiens 45′ 55″; d'où il concluoit que la pendule n'étoit pas à l'heure à l'observatoire de Berlin.

A Francfort sur l'Oder, 52° 22′ de latitude, Polac observa l'éclipse annulaire depuis 23^h 57′ 17″ jusqu'à 0^h 1′ 0″. Cette durée 3′ 43″ suppose 35″ pour la plus courte distance, et 28′ 6″ pour la latitude en conjonction. Le temps de la conjonction est 13′ 46″, et la différence des méridiens 49′ 46″. Cela diffère peu de 49′ 40″ que l'on trouve dans la *Connoissance des temps*.

A Pétersbourg, commencement de l'éclipse, 23^h 49′ 11″; fin de l'éclipse, 2^h 31′ 43″; conjonction, 1^h 16′ 13″; latitude, 28′ 3″, la même que par l'observation de Greenwich : ce qui prouve que la durée est bonne; mais la différence des méridiens, 1^h 52′ 13″, paroît trop forte de 15 à 18″, ce qui me fait suspecter le temps vrai.

A Gottingen, commencement, 21^h 58′ 46″; fin, 1^h 5′ 58″; conjonction, 23^h 53′ 54″. La latitude qui en résulte étant beaucoup trop forte, j'ai employé la fin seulement, et j'ai trouvé la conjonction 23^h 53′ 32″; mais

la différence des méridiens seroit 29′ 32″, et nous la croyons de 30′ 20″.

A Wittenberg, commencement, 22ʰ 11′ 41″; fin, 1ʰ 20′ 3″; conjonction par la fin, 4′ 47″; différence des méridiens, 40′ 47″, plus petite d'une minute que celle de la *Connoissance des temps :* mais M. Bose avoit de mauvais instrumens, quoiqu'il eût beaucoup de zèle, et il ne pouvoit répondre du temps vrai.

A Vienne en Autriche, commencement, 22ʰ 36′ 30″; fin, 1ʰ 46′ 39″; conjonction par la fin, 20′ 0″; différence des méridiens, 56′ 0″. Nous la croyons de 56′ 12″ d'après les dernières observations : le citoyen Méchain trouvoit 55′ 58″ par cette éclipse.

A Bologne en Italie, commencement, 22ʰ 9′ 56″; fin, 1ʰ 24′ 28″; conjonction par la fin, 23ʰ 59′ 39″; différence des méridiens, 35′ 39″. Nous la croyons de 35′ 55″.

A Compiègne, commencement, 21ʰ 19′ 24″; fin, 0ʰ 28′ 16″; conjonction, 23ʰ 25′ 41″; latitude, 28′ 13″. La latitude étant un peu forte, j'ai calculé la conjonction par la fin, et je n'ai trouvé que 2″ de plus; mais la différence des méridiens est 1′ 43″, au lieu de 1′ 59″ que donne la carte de France : ainsi on peut soupçonner 16″ d'erreur sur le temps vrai.

A Bordeaux, commencement, 21ʰ 2′ 33″; fin, 0ʰ 9′ 48″; conjonction par la fin, 23ʰ 11′ 21″; différence des méridiens, 12′ 39″, au lieu de 11′ 37″ que donnent les triangles de la France.

Le peu d'accord de ces observations m'a empêché d'en calculer un plus grand nombre; il m'a paru qu'en 1748

il y avoit beaucoup plus de curieux que d'observateurs exercés : mais le citoyen Méchain a calculé plusieurs autres observations d'après les manuscrits de De l'Isle, qui les avoit rassemblés de toutes parts. Dès 1771, et avant que le citoyen Méchain vînt à Paris, je l'avois engagé à s'en occuper. Zannoni lui donna d'autres observations pour le dépôt en 1776, et il pourra nous apprendre s'il y a moyen d'en tirer quelque avantage pour la géographie. J'ai donné ci-dessus la conjonction vraie à Paris; la longitude du Soleil est $4^s\ 2^\circ\ 43'\ 1''$; celle de la Lune par les tables qui sont dans la troisième édition de mon *Astronomie*, est de $6''$ trop grande.

La latitude, par un milieu entre sept observations, est $28'\ 4''$; les tables donnent $27'\ 32''$ seulement : erreur ou correction, $+ 32''$. Ce n'est pas la première fois que l'erreur des tables de la Lune en latitude est plus grande que l'erreur en longitude, quoique la théorie et les observations paroissent devoir être plus faciles à combiner pour la latitude; mais j'espère que bientôt la théorie du citoyen Laplace et les calculs des astronomes nous donneront de nouvelles lumières sur les nœuds et sur l'inclinaison de l'orbite lunaire. Déja nous connoissons les équations séculaires de l'apogée et du nœud, et la correction à faire aux époques. L'erreur des tables de la Lune ne passe pas une demi-minute. Le prix que l'Institut a proposé en l'an 6 occasionnera certainement encore une plus grande perfection.

MÉMOIRE

Sur l'organe de la vue du poisson appelé cobite anableps *ou* gros-yeux de Cayenne,

Par le citoyen Lacepède.

Lu le 16 thermidor an 5.

Le but de ce mémoire est de faire connoître la véritable structure de l'œil du poisson que le plus grand nombre des naturalistes nomment *cobite anableps*, et qui présente, dans l'organe de la vue, une conformation très-singulière.

Cet animal, qui habite l'Amérique méridionale, et particulièrement les environs de Surinam, est du même genre que la loche de rivière, et que le cobite fossile appelé *misgurn*, ou *baromètre vivant*, que l'on trouve dans plusieurs marais de l'Europe, et que des curieux conservent en vie dans des vases pleins d'eau, pour observer ses mouvemens.

Il est connu depuis long-temps; il a été décrit et figuré dans plusieurs auteurs, particulièrement dans Linné, dans Séba (1), dans Gronovius (2); et l'on trouve dans une des dernières planches données au public par le

(1) Mus. III, tab. 34, fig. 7. (2) Mus. I, n. 32, tab. 1, fig. 1-3.

docteur Bloch de Berlin (1), une figure très-exacte de ce poisson : mais on n'a pas encore exposé la véritable organisation de l'œil de cet animal.

La plupart de ceux qui ont parlé de l'anableps, n'ont en effet rien dit de cette organisation, ou n'ont répandu à cet égard que des erreurs ; et comme le docteur Bloch n'a pas encore publié de description relative à ce cobite, et que la figure qu'il a donnée de ce poisson n'indique pas s'il a pris la peine de rechercher la véritable structure de l'œil de cet animal, nous pouvons dire que l'exposition de cet organe, faite par Artedi dans la *Description du cabinet de Séba*, est la seule qui, dans plusieurs points, soit conforme à la vérité, dont elle s'éloigne cependant dans plusieurs autres.

Le Muséum d'histoire naturelle renfermant plusieurs anableps, j'ai pu y observer un assez grand nombre de ces poissons pour m'assurer de la structure réelle de leurs yeux, sur-tout depuis que l'on a réuni à l'ancienne collection de ce Muséum celle de la Haye, que la Hollande a cédée à la France.

On a écrit que l'anableps a quatre yeux ; ce qui seroit un trait de conformation très-extraordinaire, et même unique, au milieu de toutes les formes que présentent les animaux à sang rouge. Cette opinion n'est pas fondée ; mais on va voir qu'on a pu aisément être trompé à ce sujet. Il y a en effet, dans l'œil de ce cobite, tout ce qu'il faut pour faire naître cette erreur, et l'on ne peut

---

(1) Planche 361.

s'empêcher d'admettre dans cet organe une composition dont on n'a, jusqu'à présent, découvert aucun exemple dans aucune des classes des animaux vertébrés et à sang rouge.

L'œil de l'anableps est placé dans une orbite dont le bord supérieur est très-relevé ; mais il est très-gros et très-saillant.

Si l'on regarde la cornée avec attention, on voit qu'elle est divisée en deux portions très-distinctes, à peu près égales en surface, faisant partie chacune d'une sphère particulière, placées l'une en haut et l'autre en bas, et réunies par une petite bande étroite, membraneuse, peu transparente, et qui est à peu près dans un plan horizontal, lorsque le poisson est dans sa position naturelle.

Si l'on considère ensuite la cornée inférieure, on appercevra aisément, au travers de cette cornée, un iris et une prunelle assez grande, au-delà de laquelle on voit très-facilement le cristallin. Cet iris est incliné de dedans en dehors, et il va s'attacher à la bande courbe et horizontale qui réunit les deux cornées.

Il a été vu par Artedi, ainsi que les deux cornées ; mais là cesse la justesse des observations de cet habile naturaliste, qui n'a eu apparemment à sa disposition que des individus mal conservés. S'il avoit examiné des anableps moins altérés, il auroit apperçu un second iris percé d'une seconde prunelle, placé derrière la cornée supérieure, comme le premier iris est situé derrière la cornée d'en bas, et aboutissant également à la bandelette courbe et horizontale qui lie les deux cornées.

Les deux iris se touchent dans plusieurs points derrière cette bandelette. Ils sont les deux plans qui soutiennent les deux petites calottes formées par les deux cornées, et sont inclinés l'un sur l'autre, de manière à produire un angle très-ouvert.

Dans tous les individus que j'ai examinés, la prunelle de l'iris supérieur m'a paru plus grande que celle de l'inférieur; et, d'après la différence de leurs diamètres, il n'est pas surprenant que l'on voie le cristallin encore mieux au travers de cette ouverture qu'au travers de la seconde. Il semble même quelquefois qu'on apperçoive deux cristallins; et c'est ce qui justifie, jusqu'à un certain point, l'opinion de ceux qui ont pensé que chaque œil étoit double. Mais ce n'est qu'une illusion d'optique, dont je me suis assuré en disséquant plusieurs yeux d'anableps, et qu'il est aisé d'expliquer.

En effet, la réfraction produite par la différence de densité qui se trouve entre les humeurs intérieures de l'œil et le fluide extérieur qui le baigne, doit faire que ceux qui examinent l'œil du cobite sous un certain angle, voient le cristallin plus élevé qu'il ne l'est réellement, s'ils le considèrent par l'ouverture de l'iris supérieur, et plus abaissé, au contraire, s'ils le regardent par l'ouverture de l'iris inférieur. Lorsqu'ils l'observent en même temps par les deux ouvertures, ils l'apperçoivent à la fois plus haut et plus bas qu'il ne l'est dans la réalité; et ils le voient en haut et en bas, à une assez grande distance de sa véritable place, pour que les deux images se séparent, et que le cristallin paroisse double.

Il n'y a donc qu'un seul organe de la vue de chaque côté; car chaque œil n'a qu'un cristallin, qu'une humeur vitrée, et qu'une rétine: mais chaque œil a plusieurs parties principales doubles, une double cornée, une double cavité pour l'humeur aqueuse, un double iris, une double prunelle; et c'est ce que personne n'avoit encore vérifié ni même indiqué, et qu'on ne retrouve dans aucune classe d'animaux vertébrés et à sang rouge.

Chaque cornée appartenant à une sphère particulière, le centre de leurs courbures n'est pas le même; et comme le cristallin est sensiblement sphérique, ainsi que dans presque tous les poissons, il n'y a pas, dans ce dernier corps, deux réfractions différentes, l'une pour les rayons qui ont traversé la première cornée, et l'autre pour ceux qui ont passé au travers de la seconde. Il doit donc y avoir sur la rétine deux foyers principaux, à l'un desquels arrivent les rayons qui viennent de la cornée supérieure, et dont l'autre reçoit ceux qu'a laissé passer la cornée inférieure. Voilà donc encore un foyer double à ajouter à la double cornée, à la double cavité, au double iris, à la double prunelle; mais ce foyer et ces autres parties doubles appartiennent au même organe, et il faut toujours dire que l'animal n'a qu'un œil de chaque côté.

Les iris de plusieurs espèces de poissons paroissent ne pouvoir pas se dilater, et diminuer par leur extension l'ouverture à laquelle le nom de prunelle a été donné: mais je me suis convaincu que ceux de plusieurs autres espèces de ces animaux s'étendent et raccourcissent les

dimensions de la prunelle. Le plus souvent même ces derniers iris sont organisés de manière que la prunelle, comme celle de plusieurs serpens, de plusieurs quadrupèdes ovipares, de plusieurs oiseaux, et de quelques quadrupèdes à mamelles, diminue au point de ne laisser passer qu'un très-petit nombre de rayons de lumière, en se changeant en une fente très-peu visible, verticale ou horizontale; et cette organisation peut, dans certains poissons, compenser jusqu'à un certain degré le défaut de véritables paupières et de vraies membranes clignotantes, que de savans naturalistes ont cru voir sur plusieurs de ces animaux, mais qui ne se trouvent cependant peut-être sur aucune de leurs espèces.

Je ne puis pas dire positivement que les iris de l'anableps sont doués de cette extensibilité. Néanmoins une comparaison attentive, et l'habitude que m'ont donnée plusieurs années d'observations ichthyologiques, de distinguer, dans les parties des poissons, des traits assez déliés, me font croire que les dimensions des prunelles de l'anableps peuvent aisément être diminuées.

Il faut remarquer que ce cobite passe une partie de sa vie caché presque en entier dans la vase, comme les poissons de sa famille, et que, dans cette position, il ne peut appercevoir que des objets situés au-dessus de sa tête; mais qu'assez souvent cependant il nage près de la surface des eaux, et doit alors chercher à voir, au-dessous du plan qu'il occupe, les petits vers dont il se nourrit, et les grands poissons dont il craint de devenir la proie.

Si l'on étoit assuré de la dilatabilité de ses iris, on pourroit donc croire que, lorsqu'il est très-voisin de la surface des eaux, l'iris supérieur, exposé à une lumière plus vive, se dilate au point de réduire la prunelle supérieure à une petite fente, et que le poisson voit nettement alors, par la prunelle inférieure beaucoup moins resserrée, les corps placés au-dessous du plan dans lequel il se meut, les images de ces corps ne se confondant plus avec des impressions de rayons lumineux que ne laisse plus passer la prunelle supérieure.

On pourroit penser de même que, lorsqu'au contraire l'anableps est caché en partie dans le limon du fond des eaux, son iris supérieur, très-peu éclairé, se contracte, sa prunelle supérieure s'agrandit en s'arrondissant, et le cobite discerne les objets flottans au-dessus de lui, sans que sa vision soit troublée par les effets de la prunelle inférieure, placée alors, pour ainsi dire, contre la vase, et privée, par sa position, de presque toute clarté.

Au reste, on doit être d'autant plus porté à attribuer aux iris de l'anableps la propriété de se dilater, que, sans cette faculté, les deux foyers du fond de l'œil de ce cobite seroient souvent simultanément ébranlés par des rayons lumineux très-nombreux. Mais comment alors la vision de l'animal ne seroit-elle pas très-troublée, et comment pourroit-il distinguer les objets qu'il redoute, ou ceux qu'il recherche?

D'ailleurs, sans cette même extensibilité des iris, la prunelle supérieure seroit, pendant la vie de l'animal, presque aussi grande que dans les individus conservés

après leur mort dans de l'alcool affoibli : dès lors, non seulement il y auroit souvent deux foyers simultanément en grande activité, et par conséquent une source de confusion dans la vision ; mais encore il est aisé de se convaincre, par l'observation de quelques-uns de ces individus conservés dans de l'alcool, qu'une assez grande quantité de lumière, passant par la prunelle supérieure, arriveroit souvent jusqu'au fond de l'œil et jusqu'à la rétine sans traverser le cristallin, pendant que ce cristallin seroit traversé par d'autres rayons lumineux transmis par cette même prunelle supérieure : et la vision du cobite ne seroit-elle pas soumise à une cause perturbatrice de plus ?

Mais la plupart de ces dernières idées ne sont que des conjectures ; et je regarde uniquement comme prouvé, que si l'anableps n'a pas deux yeux de chaque côté, il a, dans chaque œil, deux cornées, deux cavités pour l'humeur aqueuse, deux iris, deux prunelles, et deux foyers de rayons lumineux.

RÉSULTAT

DE PLUSIEURS EXPÉRIENCES

Destinées à déterminer la quantité d'action que les hommes peuvent fournir par leur travail journalier, suivant les différentes manières dont ils emploient leurs forces,

Par le citoyen COULOMB.

Lu le 6 ventose an 6.

1. Le corps humain, composé de différentes parties flexibles, mues par un principe intelligent, se plie à une infinité de formes et de positions : considéré sous ce point de vue, c'est presque toujours la machine la plus commode que l'on puisse employer dans les mouvemens composés, qui demandent des nuances et des variations continues dans les degrés de pression, de vîtesse et de direction.

Quoique la force des hommes soit très-bornée, on l'emploie quelquefois de préférence à celle des animaux, même dans des mouvemens simples et uniformes, parce que dans quelques circonstances il est facile de suppléer par le nombre à ce qu'il manque de force à chaque individu; parce qu'ils occupent, à effet égal, souvent

moins de place que les autres agens ; parce qu'ils peuvent toujours agir par des machines plus simples et plus faciles à transporter que celles où l'on emploie les animaux ; parce qu'enfin leur intelligence leur fait économiser leurs forces, modérer leur travail, suivant les résistances qu'ils ont à vaincre.

II. Il y a deux choses à distinguer dans le travail des hommes ou des animaux : l'effet que peut produire l'emploi de leurs forces appliquées à une machine, et la fatigue qu'ils éprouvent en produisant cet effet. Pour tirer tout le parti possible de la force des hommes, il faut augmenter l'effet sans augmenter la fatigue ; c'est-à-dire qu'en supposant que nous ayons une formule qui représente l'effet, et une autre qui représente la fatigue, il faut, pour tirer le plus grand parti des forces animales, que l'effet divisé par la fatigue soit un *maximum*.

III. L'effet d'un travail quelconque a sûrement pour mesure un poids équivalent à la résistance qu'il faut vaincre, multiplié par la vîtesse et par le temps que dure l'action ; ou, ce qui revient au même, le produit de cette résistance, multipliée par l'espace que cette résistance aura parcouru dans un temps donné : car l'on voit évidemment qu'il résulte le même effet, soit qu'on élève dix kilogrammes à un mètre, ou un kilogramme à dix mètres, puisqu'en dernière analyse c'est toujours un poids d'un kilogramme élevé dix fois à la hauteur d'un mètre.

Mais de quelque nombre de roues ou de leviers qu'une machine soit composée, si un poids en entraîne un autre d'un mouvement uniforme, le poids tombant, considéré comme puissance, multiplié par l'espace qu'il parcourt, est, dans la théorie, égal au poids élevé, multiplié par la hauteur dont il s'élève ; cette dernière quantité représente l'effet. Ainsi, dans la pratique, l'effet altéré par les frottemens, les chocs, et tous les inconvéniens des machines, est toujours inférieur à un poids équivalent à la puissance multipliée par l'espace qu'elle a parcouru.

IV. Nous venons de voir que l'effet d'une machine avoit toujours pour mesure un poids élevé, multiplié par la hauteur à laquelle il est élevé. A présent, pour pouvoir comparer l'effet avec la fatigue que les hommes éprouvent en produisant cet effet, il faut déterminer la fatigue qui répond à un certain degré d'action. J'appelle action la quantité qui résulte de la pression qu'un homme exerce, multipliée par la vîtesse et le temps que dure cette action ; quantité, comme l'on voit, qui peut être représentée par un poids qui tombe d'une certaine hauteur dans un temps donné : et si, en produisant cette quantité d'action, l'homme éprouve toute la fatigue qu'il peut soutenir chaque jour sans dérangement dans son économie animale, cette quantité d'action mesurera l'effet qu'il peut produire dans un jour, ou, si l'on veut, le poids qu'il peut élever à une certaine hauteur dans un jour. Ainsi toute la question se réduit à cher-

cher quelle est la manière dont il faut combiner entre eux les différens degrés de pression, de vîtesse et de temps, pour qu'un homme, à fatigue égale, puisse fournir la plus grande quantité d'action.

Daniel Bernoulli, qui a discuté cette question, en ayant égard à la plus grande partie de ses élémens, dit que la fatigue des hommes est toujours proportionnelle à leur quantité d'action; en sorte qu'en n'outre-passant pas leurs forces naturelles, l'on peut faire varier à volonté la vîtesse, la pression et le temps, et que, pourvu que le produit de ces trois quantités soit une quantité constante, il en résultera toujours pour l'homme un même degré de fatigue.

Il ajoute que de quelque manière que l'homme emploie ses forces, soit en marchant, soit en tirant, soit sur une manivelle, soit sur la corde d'une sonnette en élevant un mouton pour battre les pilots, soit enfin d'une manière quelconque, il produira, avec le même degré de fatigue, la même quantité d'action, et par conséquent le même effet. Il évalue le travail journalier des hommes, dans tous les genres de travaux, à un poids de 1 728 000 livres élevées à un pied, ce qui revient à 274 701 kilogrammes élevés à un mètre. (*Prix de l'Académie*, tome VIII, page 7.)

Désaguliers, et la plupart des auteurs qui ont eu besoin, dans le calcul des machines, d'évaluer l'action des hommes, ont adopté à peu près les mêmes résultats : tous ces auteurs citent des expériences; mais j'observerai que la plus grande partie des expériences qu'ils citent,

n'ont duré que quelques minutes, et que des hommes peuvent, pendant quelques minutes, fournir une quantité d'action à laquelle ils ne résisteroient pas une heure par jour : ainsi on n'en peut rien conclure.

V. Quoique, comme on le verra par la suite, la fatigue ne soit pas proportionnelle à la quantité d'action, ainsi que le veut le célèbre D. Bernoulli; quelle que soit cependant la formule qui représente la fatigue, elle doit être nécessairement une fonction de la pression qu'ils exercent, de la vîtesse du point de pression, et du temps du travail. Ainsi il doit y avoir dans cette formule une combinaison de ces trois quantités, telle, qu'à fatigue égale l'on ait le *maximum* d'action, et par conséquent le plus grand effet que les hommes peuvent produire dans un jour.

Cette combinaison est différente, comme on le verra par la suite, suivant les différentes manières dont l'homme emploie ses forces : de là résulte cette conséquence, que, comme dans tout travail l'on doit tendre à fournir le plus grand effet, la quantité qui exprime le *maximum* d'action relativement à la fatigue, doit être l'objet principal des recherches qui vont suivre. Cette quantité est d'autant plus intéressante à déterminer, que, d'après la théorie *de maximis et minimis*, lorsqu'elle sera connue, l'on pourra faire varier sensiblement les élémens qui la composent, c'est-à-dire la vîtesse, la pression et le temps, sans augmenter sensiblement la fatigue.

VI. *De la quantité d'action que les hommes peuvent fournir lorsqu'ils montent, pendant une journée de travail, une rampe ou un escalier avec un fardeau ou sans fardeau.*

Lorsque nous montons les escaliers de nos maisons, si nous n'avons pas à nous élever au-delà de 20 à 30 mètres, nous pouvons monter à raison de 14 mètres par minute. Pour calculer, d'après cette expérience, la quantité d'action fournie par un homme, dans ce genre de travail, pendant une minute, il faut multiplier le poids de l'homme par la hauteur à laquelle il s'est élevé. Le poids moyen d'un travailleur peut être supposé de 70 kilogrammes : ainsi la quantité d'action qu'il fournit pendant une minute, a pour mesure 70 kilogrammes multipliés par 14 mètres, ou, ce qui revient au même, 980 kilogrammes élevés à un mètre de hauteur.

Si l'on suppose qu'un homme peut soutenir ce travail quatre heures par jour, la quantité d'action journalière auroit pour mesure un poids de 235 200 kilogrammes élevés à un mètre de hauteur. Mais la supposition de quatre heures de travail effectif par jour est absolument hypothétique : lorsqu'on ne doit monter qu'à 15 ou 20 mètres de hauteur, on peut fournir ce degré d'action, et même un beaucoup plus considérable ; mais s'il faut s'élever au-delà de 30 à 40 mètres, l'on se sent forcé de diminuer de vîtesse et de ralentir son mouvement.

J'ai souvent vu monter des hommes, sans aucune

charge, à 150 mètres de hauteur, par un escalier taillé dans le roc, mais assez commode, et j'ai trouvé qu'ils employoient 20 minutes à s'élever à cette hauteur : j'ai voulu les engager à monter dix-huit fois cet escalier dans la journée; ce qui n'exigeoit, d'après mon calcul, que six heures de travail effectif. Comme je ne voulois, et que je ne devois, d'après l'objet que je me proposois, leur donner que le prix d'une journée, ne voulant pas les engager à un travail forcé, je n'ai pas pu les déterminer à une promenade qui leur paroissoit aussi fatigante que ridicule.

Je commençois à désespérer de pouvoir me procurer la mesure de la quantité d'action que les hommes peuvent fournir dans ce genre de travail, lorsque je me suis souvenu que notre confrère le citoyen Borda avoit corrigé, par des opérations géométriques très-précises, les mesures fautives que nous avions avant lui de la hauteur du pic de Ténériffe. Voici ce qu'il a bien voulu me communiquer, et qui est affirmé par un procès-verbal signé par tous ceux qui ont coopéré à son travail.

L'on monte le pic de Ténériffe en deux jours; le premier jour à 2923 mètres : cette première journée peut se faire à cheval : mais le second jour l'on ne monte qu'à 857 mètres, autant avec les mains qu'avec les pieds, sur des pierres et des scories qui roulent sous les pieds et vous entraînent à chaque pas; il faut même, pour gravir les cent derniers mètres, se soutenir avec des cordes. Après avoir visité le sommet du pic, l'on redescend coucher à la station de la veille. Nous ne pouvons,

d'après ce détail, nous servir, pour évaluer le travail journalier des hommes, que du chemin parcouru dans la première journée.

Le citoyen Borda a voyagé la première journée à cheval, ainsi que tous les officiers de son vaisseau : mais il y avoit huit hommes à pied qui l'accompagnoient ; trois guides ; deux hommes portant les boussoles, les baromètres et les thermomètres ; il estime la charge de chacun de ces hommes à 7 à 8 kilogrammes : deux hommes menoient des chevaux chargés ; et le huitième étoit un voyageur, fils du citoyen Lalouette, médecin de Paris. Lorsque les hommes à pied ont été arrivés, ils sont encore redescendus une cinquantaine de mètres pour chercher du bois et pour pouvoir allumer du feu ; ce qui prouve qu'ils n'étoient pas excédés de fatigue. Les 2923 mètres ont été montés par les huit hommes depuis neuf heures du matin jusqu'à cinq heures et demie ; sur quoi il y a eu une halte de trois quarts d'heure pour dîner : ainsi il n'y a eu que sept heures trois quarts de travail effectif. Il faut remarquer que la plupart de ces hommes étoient des marins peu habitués à des marches forcées.

VII. Si nous supposons que les hommes à pied ont consommé, en montant à cette hauteur, toute la quantité d'action qu'ils peuvent fournir dans une journée, il faudra, pour avoir cette quantité, multiplier leur poids, que nous avons évalué à 70 kilogrammes, par 2923 mètres, hauteur à laquelle ils ont monté le premier jour ; ce qui donne une quantité équivalente à 204 610 kilo-

grammes élevés à un mètre : mais il faut remarquer que la rampe très-irrégulière qu'ils parcouroient devoit beaucoup plus fatiguer les hommes que s'ils avoient monté un escalier commode ; que cette rampe avoit plus de 20 000 mètres de longueur horizontale ; au lieu qu'un escalier commode, qui auroit monté à 2923 mètres, n'auroit eu de largeurs de marches que 8 à 9000 mètres, ce qui a nécessairement fait consommer inutilement une partie de l'action. Mais, comme en montant une rampe ou un escalier il y a une combinaison du mouvement horizontal et vertical, qui pourroit être sujette à discussion, je me contenterai de supposer que les hommes qui montent un escalier commode, quelqu'habitués qu'ils soient à ce genre de travail, ne peuvent s'élever qu'à la hauteur de 2923 mètres, comme l'expérience nous le donne pour les hommes qui ont gravi le pic de Ténériffe, sur une rampe irrégulière, et où leurs pieds n'étoient pas posés commodément : d'où résulte, comme nous l'avons déja trouvé, une quantité d'action que l'on peut évaluer en nombre rond à 205 kilogrammes élevés à un kilomètre.

Quoique, d'après toutes les observations répandues dans cet article, il soit probable que cette quantité d'action de 205 kilogrammes élevés à un kilomètre est trop foible pour exprimer la quantité de travail journalier que peut fournir un homme habitué à ce genre de travail, et montant librement un escalier commode, sans aucune charge, cependant cette quantité d'action est si supérieure à toutes celles que le même homme peut fournir dans un travail journalier quelconque, en agis-

sant avec ses bras, ou par un autre moyen, que j'aime mieux courir le risque de rester un peu au-dessous de la véritable valeur du genre de travail que je cherche ici à déterminer, que de risquer de la dépasser.

VIII. Nous venons d'évaluer à 205 kilogrammes élevés à un kilomètre la quantité d'action journalière des hommes qui montent un escalier commode sans être chargés d'aucun fardeau; il faut actuellement chercher à comparer cette quantité d'action avec celle que les hommes peuvent fournir lorsqu'ils montent un fardeau.

J'ai fait souvent monter du bois de chauffage à 12 mètres de hauteur; je n'ai jamais pu parvenir à en faire monter, par le même homme, plus de six voies dans un jour : il m'a toujours dit qu'il lui seroit impossible de continuer un pareil travail plusieurs jours de suite. Cet homme étoit d'une force un peu au-dessus de la force moyenne; je le payois à raison d'un franc par voie.

Je puis donc regarder les six voies de bois comme le plus grand fardeau que les hommes puissent élever à 12 mètres de hauteur dans un jour. Ainsi je n'ai plus qu'à comparer la quantité d'action que fournit un homme qui monte un escalier sans charge, avec celle d'un homme qui élève dans la journée un pareil fardeau.

La voie de bois pesoit moyennement 734 kilogrammes: l'homme la montoit en onze voyages; en dix voyages les premières voies, en douze les dernières. Il montoit à chaque voyage 66.7 kilogrammes; l'on peut supposer 68, à cause du poids des crochets. Ajoutons à cette

charge le poids du corps de l'homme, que nous avons supposé de 70 kilogrammes : nous aurons, pour la quantité d'action fournie dans chaque voyage, 138 kilogrammes élevés à 12 mètres ; et comme le porteur faisoit dans la journée soixante-six voyages, l'on aura, pour la quantité d'action fournie dans la journée, les trois nombres 138, 66 et 12 multipliés ensemble, ou, ce qui revient au même, 109 kilogrammes élevés à un kilomètre.

Nous avons vu, dans l'article qui précède, qu'un homme qui n'étoit chargé d'aucun fardeau pouvoit, dans sa journée, élever 205 kilogrammes à un kilomètre : ainsi la quantité d'action journalière des hommes qui montent naturellement un escalier, est à celle de l'homme chargé de 68 kilogrammes comme 188 est à 100 ; rapport que, d'après les observations qui précèdent, je crois trop foible : on s'éloignera peu de la vérité en supposant que deux hommes montant sous une pareille charge peuvent fournir la même quantité d'action qu'un seul sans fardeau. Ce résultat, où je crois avoir évalué trop bas, comparativement, la quantité d'action fournie par les hommes qui montent librement un escalier, avec celle de l'homme chargé, est contraire à l'assertion de D. Bernoulli, et de presque tous les auteurs qui l'ont suivi, qui disent que, pourvu que les charges ne dépassent pas les forces des animaux, la quantité d'action journalière sera toujours une quantité constante.

J'ai demandé aux différens hommes qui ont monté mon bois, quel étoit le plus grand travail de ce genre qu'ils pouvoient fournir dans un jour. Celui qui passoit

pour le plus fort de ses camarades, m'a dit avoir monté une fois dix-sept voies de bois dans un jour à un premier étage, dont il estimoit la hauteur de cinq mètres ; qu'il avoit été ensuite deux jours sans pouvoir travailler.

Si nous soumettons au calcul le travail de cet homme, nous trouvons, d'après sa réponse, qu'il a dû faire 187 voyages ; que la quantité d'action qu'il a fournie est équivalente à un poids de 129 kilogrammes élevés à un kilomètre. Quoique cette quantité d'action réponde à une fatigue journalière qu'un homme très-fort peut à peine soutenir, elle n'est cependant à la quantité d'action de l'homme qui monte un escalier avec une fatigue sûrement beaucoup moindre, que dans le rapport de 129 à 205, ou à peu près comme 10 est à 16.

IX. Dans le calcul je n'ai pas eu égard à la quantité d'action que les hommes consomment en descendant l'escalier : mais, comme dans cette descente ils ne parcouroient guère que 1800 mètres, et que, d'après leur aveu même, il ne paroît pas qu'il fût beaucoup plus fatigant de descendre que de marcher sur un terrain horizontal, où un homme, dans une forte journée de travail, parcourt au moins 50 000 mètres, la fatigue due à la descente ne peut pas être évaluée au-delà de la vingt-cinquième partie du travail journalier ; et l'on peut d'autant plus la négliger, que la quantité d'action journalière de l'homme qui monte le bois est probablement trop forte, relativement à celle de l'homme qui monte librement et sans charge.

X. Dans ce genre de travail il se présente une observation intéressante, relative à l'effet utile du travail. Lorsque l'homme monte un fardeau, il monte son propre poids avec le fardeau ; et comme à chaque voyage il redescend à vide, il n'y a d'effet utile dans la quantité d'action qu'il fournit que le transport du fardeau. Mais il résulte de ce qui précède, qu'à mesure que le fardeau augmente, la quantité totale d'action journalière diminue ; en sorte qu'elle seroit nulle si un homme étoit chargé de 150 kilogrammes, poids sous lequel il pourroit à peine se mouvoir : d'un autre côté, s'il montoit sans fardeau, quoique pour lors la quantité d'action journalière soit le *maximum* de toutes les quantités d'action qu'il peut fournir par son travail journalier, le fardeau étant nul, l'effet utile le seroit aussi. Ainsi entre ces deux limites d'action il doit y avoir, pour le poids de la charge, une valeur telle, que l'effet utile que fournira le travail journalier, soit un *maximum* : il est intéressant de déterminer cette valeur.

Pour y réussir d'une manière exacte, il faudroit avoir une formule qui représentât la quantité d'action journalière que les hommes peuvent fournir sous différentes charges : mais, dans la pratique, l'on peut se contenter d'une formule approchée ; et la plus simple, pourvu qu'elle donne une diminution continue à mesure que la charge augmente, et qu'elle s'accorde avec les poids qui servent de limite au *maximum* et au *minimum* d'action, qu'elle comprenne de plus une valeur intermédiaire fournie par l'expérience, donnera, presque à coup

sûr, des erreurs moins grandes que les différences qui résulteroient de deux expériences faites à différens jours. Il sera facile, en nous conformant à cette observation, de déterminer la charge qui donne le *maximum* d'effet utile.

XI. Lorsqu'un homme monte librement un escalier, nous avons vu qu'en négligeant les fractions, dont il est inutile de tenir compte dans une recherche de ce genre, sa quantité d'action journalière a été représentée par 205 kilogrammes élevés à un kilomètre; mais que lorsqu'il porte une charge de 68 kilogrammes, sa quantité d'action journalière a été représentée par 109 kilogrammes élevés à un kilomètre. Ainsi, en retranchant ce second nombre du premier, nous trouverons qu'un fardeau de 68 kilogrammes a diminué la quantité d'action qu'un homme fournit lorsqu'il monte librement un escalier, de 96 kilogrammes élevés à un kilomètre.

Il paroît à présent que nous pouvons supposer, sans grande erreur, dans une question du genre de celle qui nous occupe, que les quantités d'action perdues sont proportionnelles aux charges; et pour lors, si nous nommons P une charge quelconque, nous aurons la quantité d'action que cette charge fait perdre, en faisant $68 : 96 :: P$: la quantité d'action perdue, qui est par conséquent égale à $\frac{96}{68} P = 1.41\ P$, ou 1.41 kilomètre multiplié par P.

Ainsi, comme la quantité d'action que l'homme fournit en montant librement un escalier est de 205 kilogrammes

élevés à un kilomètre, nous aurons, pour la quantité d'action journalière qu'il peut fournir sous la charge P, la formule $205 - 1.41\ P$. Ici 205 représente 205 kilogrammes élevés à un kilomètre, et 1.41 représente un kilomètre 41 centièmes, hauteur où est élevé le poids P.

Si h est supposé la hauteur à laquelle l'homme chargé du poids P peut s'élever par son travail journalier, Ph sera l'effet utile du travail, et $(70 + P)\ h$ sera la quantité totale d'action fournie par l'homme, dont la pesanteur est de 70 kilogrammes, qu'il élève en même temps que le poids P. Ainsi nous avons l'égalité

$$(70 + P)\ h = 205 - 1.41\ P;$$

d'où résulte pour l'effet utile,

$$Ph = \frac{(205 - 1.41\ P)}{70 + P}\ P.$$

Faisant $205 = a$, $1.41 = b$, $70 = Q$, nous aurons

$$Ph = \frac{(a - bP)\ P}{Q + P},$$

quantité dans laquelle, pour avoir le *maximum* de Ph, il faut faire varier P, et la différence de la quantité qui représente Ph égale à 0; il en résultera pour la valeur de P,

$$P = Q\left[\left(1 + \frac{a}{bQ}\right)^{\frac{1}{2}} - 1\right].$$

En substituant les valeurs numériques de a, b, Q, nous trouverons $P = 0.754\ Q = 53$ kilogrammes.

XII. Si, dans la formule $P\,h = \frac{(205 - 1.41\,P)\,P}{70 + P}$, qui représente l'action utile, je substitue à la place de P 53 kilogrammes, j'aurai $P\,h = 56$ kilogrammes élevés à un kilomètre. Ainsi ce genre de travail où les hommes montent des fardeaux, et redescendent ensuite pour prendre une nouvelle charge, ne fournit en travail utile que 56 kilogrammes élevés à un kilomètre, tandis que l'homme montant librement fournit une quantité d'action journalière qui a pour mesure 205 kilogrammes élevés à un kilomètre. Il en résulte que ce genre de travail fait consommer inutilement presque les trois quarts de l'action des hommes, et coûte par conséquent quatre fois plus qu'un travail où, après avoir monté un escalier sans aucune charge, ils se laisseroient retomber par un moyen quelconque, en entraînant et élevant un poids d'une pesanteur à peu près égale au poids de leur corps. Ainsi ce genre de travail, quoique très en usage sur-tout dans les villes, ne doit jamais être employé dans des ateliers qui exigent de la célérité, de l'économie et un travail continu.

Pour vérifier si la supposition que nous avons faite de la diminution de la quantité d'action proportionnelle aux charges, peut donner des erreurs sensibles dans la pratique, il faut voir si la quantité d'action que l'homme peut fournir dans une journée déterminée d'après la formule $(205 - 1.41\,P)$, donnera, au point où elle devient 0 (parce que l'homme est chargé du plus grand poids qu'il puisse porter), une quantité approchée de celle fournie

par l'expérience. Faisant donc $205 - 1.41 P = 0$, nous aurons $P = 145$ kilogrammes, poids effectivement le plus grand qu'un homme d'une force moyenne puisse porter à une très-petite distance.

Ainsi il paroît, d'après ce résultat, que la formule que nous avons tirée de l'expérience pour déterminer le *maximum* de l'effet utile que peuvent fournir les hommes en montant un escalier sous une charge quelconque, répond en même temps aux deux limites, c'est-à-dire, au *maximum* d'action totale de l'homme montant librement et sans charge, au *minimum* d'action lorsque l'homme est chargé d'un poids si considérable qu'il ne peut plus se mouvoir, et à une quantité intermédiaire de 68 kilogrammes fournie par l'expérience, charge ordinaire des hommes qui montent des fardeaux.

XIII. Revenons à l'examen du *maximum* de l'effet utile. Nous venons de trouver que pour qu'un homme fournît cet effet, il falloit qu'à chaque voyage il ne portât que 53 kilogrammes ; nous avons cependant vu qu'il se chargeoit, dans notre expérience, de 68 kilogrammes à chaque voyage. Cette différence entre les résultats du calcul et l'expérience mérite que nous cherchions à en développer les causes.

La première chose qu'il faut déterminer, c'est la différence qui résulte, pour l'effet utile du travail, de la substitution d'un poids de 68 kilogrammes à la place d'un poids de 53 kilogrammes donnés par la formule qui représente la quantité utile de l'action.

D'après l'expérience article VIII, le travailleur a fait soixante-six voyages. A chaque voyage il montoit à 12 mètres de hauteur un fardeau de 68 kilogrammes; ce qui donne, pour la quantité d'action utile, 12, 66, 68 = 53.86 kilogrammes élevés à un kilomètre. Nous avons trouvé, article précédent, que lorsque la charge étoit de 53 kilogrammes, l'effet utile étoit un *maximum*, et que sa valeur étoit de 56 kilogrammes élevés à un kilomètre; quantité qui n'est guère que d'une vingt-sixième partie plus grande que celle que fournit l'homme chargé de 68 kilogrammes.

L'on conçoit, d'après cette comparaison, que les travailleurs qui exécutent ces sortes de travaux ne peuvent avoir aucune idée d'une si petite différence, tandis qu'ils ont intérêt, pour être associés par leurs camarades à des entreprises lucratives, de passer pour très-forts; d'ailleurs, ce qui leur doit faire illusion, c'est qu'ils diminuent le nombre des voyages en augmentant chaque charge particulière.

Si l'on veut se convaincre de la vérité de ces motifs, il n'y a qu'à demander aux plus forts travailleurs de ce genre, ceux qui se vantent de monter une voie de bois à 12 mètres de hauteur en sept à huit voyages, s'ils peuvent monter les six voies en quarante-huit voyages; ils avoueront tous que cela n'est pas possible, et que lorsque ce travail doit durer une partie considérable de la journée, il faut nécessairement diminuer les charges, augmenter le nombre des voyages à proportion; qu'autrement l'on seroit bientôt excédé de fatigue.

XIV. *Comparaison de la quantité d'action que les hommes peuvent fournir lorsqu'ils voyagent dans un chemin horizontal, avec une charge ou sans charge.*

Lorsque les hommes voyagent pendant plusieurs jours et sans aucune charge, ils peuvent parcourir facilement dans leur journée 50 kilomètres. Si je suppose leur poids moyen de 70 kilogrammes, comme je l'ai déja fait dans les articles qui précèdent, la quantité d'action qu'ils fournissent sera représentée par 70 kilogrammes multipliés par 50 kilomètres, ou, ce qui revient au même, par 3500 kilogrammes transportés à un kilomètre.

Pour pouvoir à présent comparer la quantité d'action journalière que l'homme peut fournir lorsqu'il voyage sans fardeau, avec la quantité d'action que fournit le même homme lorsqu'il voyage avec un fardeau, voici comme je m'y suis pris.

J'ai proposé à différens porte-faix de porter des meubles d'un logement dans un autre, à une distance de 2 kilomètres, en chargeant à chaque voyage un poids de 58 kilogrammes : ils m'ont tous dit que tout ce qu'ils pourroient faire étoit six voyages dans la journée, et qu'il seroit impossible qu'ils soutinssent pendant deux jours de suite un pareil travail. Aucun d'eux n'a voulu l'entreprendre à moins de 12 à 15 décimes par voyage.

Si nous établissons notre calcul sur ces données, nous trouverons, en joignant le poids de l'homme, qui est 70 kilogrammes, avec la charge, qui est de 58 kilo-

grammes, que le poids transporté à 2 kilomètres chaque voyage est 128 kilogrammes. Ainsi, pour avoir la quantité d'action fournie dans les six voyages, il faut multiplier 128 kilogrammes par 12 kilomètres, quantité qui équivaut à 1536 kilogrammes transportés à un kilomètre.

Mais, pour avoir la quantité totale du travail journalier, il faut ajouter à cette première quantité la fatigue qui résulte des 12 kilomètres que les hommes parcourent en revenant chercher une nouvelle charge. Comme ici ils n'ont plus de fardeau, et que les hommes, dans une journée, peuvent parcourir 50 kilomètres, ils consomment dans ce retour à peu près la quatrième partie de leur action journalière; et les 1536 kilogrammes portés à un kilomètre, qui représentent la partie de leur travail lorsqu'ils sont chargés, font les trois quarts du travail journalier. Ainsi le travail ou la quantité d'action que les hommes peuvent fournir dans une journée, sous une charge de 58 kilogrammes, peut être évalué à une quantité équivalente à 2048 kilogrammes transportés à un kilomètre.

D'où il résulte que la quantité d'action journalière que les hommes peuvent fournir lorsqu'ils marchent librement, est à celle qu'ils peuvent fournir lorsqu'ils sont chargés de 58 kilogrammes, comme 3500 est à 2048, approchant comme 7 est à 4.

XV. J'ai ensuite interrogé plusieurs colporteurs pour savoir quel étoit le plus grand poids qu'ils portoient dans

leurs voyages, et quelle longueur de chemin ils pouvoient parcourir dans une journée avec ce poids. Le résultat moyen de la réponse de ceux qui me paroissoient les plus forts, a été, que, chargés de 44 kilogrammes, tout le chemin qu'ils pouvoient faire dans la journée étoit de 18 à 20 kilomètres.

Pour calculer la quantité totale d'action fournie d'après la réponse des colporteurs, il faut ajouter le poids de l'homme, qui est 70 kilogrammes, à sa charge, qui est de 44; ce qui donnera une masse de 114 kilogrammes transportés dans la journée à 19 kilomètres, ou, ce qui revient au même, 2166 kilogrammes transportés à un kilomètre. Nous avions trouvé, à l'article qui précède, d'après la demande des porte-faix, pour la quantité d'action journalière, 2048 kilogrammes transportés à un kilomètre, quantité un peu moindre que celle qui nous a été fournie par le travail des colporteurs : mais il faut observer que la charge des porte-faix étoit plus grande que celle des colporteurs; ce qui, d'après les résultats de l'expérience, fait nécessairement perdre une partie de l'action. L'accord qui se trouve entre ces deux résultats nous prouve que nous ne nous éloignerons pas beaucoup de la vérité si nous supposons que sous une charge de 58 kilogrammes, les hommes, en voyageant dans un chemin horizontal, peuvent fournir par leur travail journalier une quantité d'action équivalente à un poids de 2000 kilogrammes transporté à un kilomètre.

Je prends ici un résultat approchant de celui fourni par les porte-faix, parce que j'ai presque toujours trouvé

que les colporteurs accusoient une charge un peu plus forte que celle qu'ils portoient; que d'ailleurs leurs journées étant très-irrégulières, ils ne pouvoient avoir qu'une idée imparfaite de leur quantité de travail journalier.

XVI. Il nous reste, d'après les expériences qui précèdent, à déterminer quelle doit être la charge de l'homme pour qu'à fatigue égale il puisse produire le plus grand effet utile. Cet effet se mesure par le fardeau transporté, multiplié par la distance à laquelle il est transporté; car ici, comme dans la question qui précède, la quantité d'action qu'exige le transport du corps de l'homme est absolument en pure perte pour l'effet utile du travail.

Commençons par déterminer la quantité d'action que le fardeau fait perdre; dans tout le reste nous suivrons la méthode que nous avons expliquée, aux articles qui précèdent, pour un homme qui monte un escalier.

Nous trouvons donc d'abord que lorsque les hommes voyagent librement et sans charge, ils peuvent parcourir 50 kilomètres; que pour lors ils fournissent dans leur travail journalier une quantité d'action équivalente à un poids de 3500 kilogrammes transporté à un kilomètre.

Nous trouvons en second lieu que lorsque les hommes sont chargés de 58 kilogrammes, ils fournissent par leur travail journalier une quantité d'action équivalente à un poids de 2000 kilogrammes transporté à un kilomètre. Ainsi la quantité d'action journalière que fait perdre une charge de 58 kilogrammes, est équivalente à un poids de 1500 kilogrammes transporté à un kilomètre.

Si à présent nous supposons, comme nous avons vu plus haut qu'il étoit possible de le faire dans une recherche de ce genre, que les pertes d'action sont proportionnelles aux charges ; en nommant P la charge, et x la quantité d'action que fait perdre cette charge, nous aurons $1500 : x :: 58 : P$, d'où $x = \frac{1500\,P}{58} = 25.86\,P$.

Ainsi la quantité d'action journalière que peut fournir un homme sous la charge P, est égale à la quantité d'action qu'il peut fournir sans charge, diminuée de la quantité d'action perdue en raison de la charge P ; ce qui donne, pour la quantité d'action journalière, $3500 - 25.86\,P$, dans laquelle 3500 représente 3500 kilogrammes multipliés par un kilomètre, et 25.86 représente des kilomètres.

XVII. Si nous cherchons d'après cette formule quel est le plus grand poids qu'un homme puisse porter, ou, ce qui revient au même, celui sous lequel il cesse d'agir, il faudra faire la quantité d'action $3500 - 25.86\,P = 0$; ce qui donne $P = 135.4$ kilogrammes, quantité qui est effectivement à peu près celle qu'un homme d'une force moyenne peut porter pendant très-peu de temps. Cette quantité, qui donne la limite de l'action de l'homme dans ce genre de travail, et qui nous a été fournie par la supposition de la quantité d'action perdue proportionnelle à la charge, est une preuve certaine que cette supposition n'a pas pu nous faire commettre des erreurs considérables.

XVIII. Il faut à présent déterminer quelle est la charge sous laquelle l'homme qui transporte des fardeaux peut fournir un *maximum* d'effet utile.

Supposons que sous la charge P l'homme, dans son travail journalier, parcoure l'espace l, sa quantité d'action journalière, en faisant $Q = 70$ kilogrammes, qui est le poids de son corps, sera $(P + Q)\,l$; quantité qui doit être égale à $(3500 - 25.86\,P)$, qui représente la même quantité d'action lorsque l'homme est chargé du poids P: ainsi l'on a $(P + Q)\,l = (3500 - 25.86\,P)$; d'où l'on tire $P\,l = \frac{(3500 - 25.86\,P)\,P}{P + Q}$. Cette quantité $P\,l$ représente la charge multipliée par l'espace qu'elle a parcouru, et par conséquent l'effet utile du travail. C'est cette quantité qu'il faut différencier en faisant P variable et la différence égale à 0, pour avoir le plus grand effet utile.

Si je suppose $3500 = a$, $25.86 = b$, il résultera de la différence de cette quantité égalée à 0, la même formule qu'à l'article XI : $P = Q\left[\left(1 + \frac{a}{bQ}\right) - 1\right]$; dans laquelle égalité, si nous substituons les nombres, nous aurons $P = 0.72\,Q = 50.4$ kilogrammes.

XIX. Dans le genre de travail que nous soumettons ici au calcul, il y a un cas particulier qui a presque toujours lieu dans les transports qui se font dans les villes ; c'est celui où les hommes portant des charges, soit à dos, soit sur des brancards, reviennent à vide chaque voyage pour chercher une nouvelle charge. Il est nécessaire de déterminer dans ce genre de travail

quelle est la charge sous laquelle un homme peut fournir le plus grand effet utile.

Si $l = 50$ kilomètres, longueur du chemin qu'un homme peut parcourir dans un jour lorsqu'il n'est chargé d'aucun fardeau, en supposant toujours $Q = 70$ kilogrammes, poids de son corps, Ql sera la quantité d'action qu'il peut fournir dans la journée lorsqu'il ne porte aucun poids; mais s'il ne parcourt sans charge que l'espace x, plus petit que l, Qx sera seulement une portion de son travail journalier. Si l'on divise cette portion de travail par Ql, qui est le travail qu'il peut fournir dans la journée, $\frac{Qx}{Ql}$ ou $\left(\frac{x}{l}\right)$ sera la portion d'un travail journalier sans charge, dont l'unité est la totalité; car x devenant l, $\frac{x}{l}$ sera égal à l'unité.

Mais comme ici l'homme parcourt le même chemin x chargé et non chargé, et que lorsque l'homme est chargé du poids P, nous avons trouvé la quantité d'action qu'il peut fournir dans son travail journalier, égale à $3500 - 25.86\,P$; puisque la portion de l'action sous cette charge P est représentée par $(P + Q)\,x$, le rapport de cette quantité avec la quantité d'action journalière représentera la portion du travail journalier qu'il aura fournie sous cette charge. Ainsi nous aurons, pour cette portion de travail, $\frac{(P + Q)\,x}{3500 - 25.86\,P}$; et comme la somme du travail de l'homme chargé, et du travail du même homme marchant librement, doit égaler le travail de la journée, nous aurons $\frac{x}{l} + \frac{(P + Q)\,x}{3500 - 25.86\,P} = 1$.

Mais comme $Ql = 3500$, qui est la quantité qui résulte du poids de l'homme Q multiplié par le chemin l qu'il peut parcourir dans un jour lorsqu'il n'est chargé d'aucun fardeau, faisons $h = 25.86$ kilomètres ; l'équation qui précède deviendra $Px = \frac{P(Ql^2 - hlP)}{2Ql + P(l-h)}$, où Px exprime la portion d'action qui est égale à l'effet utile que l'homme peut fournir dans une journée de travail.

Il faut différencier la valeur de Px en faisant P variable, et supposer la différence égale à o.

Pour simplifier, je fais $a = Ql^2$, $b = hl$, $c = 2Ql$, $f = l - h$: ainsi $Px = \frac{aP - bP^2}{c + fP}$. En différenciant le second membre, la différence égalée à o, nous aurons, en ordonnant la formule, $ca - 2bcP - bfP^2 = 0$; d'où résulte $P = \frac{c}{f}\left[\left(1 + \frac{fa}{bc}\right)^{\frac{1}{2}} - 1\right]$. En remettant les chiffres à la place des lettres, nous aurons

$$f = l - h = 24.14,$$
$$a = Ql^2 = 70.50^2 = 175\,000,$$
$$b = hl = 25.86.50,$$
$$2Ql = 2.70.50 = 7000.$$

Ces valeurs substituées, nous tirerons $P = 61.25$ kilogrammes.

Ce fardeau est à très-peu près celui que portent des hommes d'une force moyenne lorsqu'ils sont obligés de faire dans une journée plusieurs voyages à de grandes distances : ainsi il ne doit pas rester de doute sur l'exactitude des élémens dont ce résultat est déduit.

XX. Si nous voulons avoir, d'après cette valeur de $P = 61.25$ kilogrammes, la quantité d'action utile que les hommes fournissent dans ce genre de travail, il faut substituer 61.25 à la place de P dans la formule $\frac{aP - bP^2}{c + fP}$ qui représente Px, et nous trouverons, d'après cette substitution, $Px = 692.4$ kilogrammes transportés à un kilomètre, qui représente la plus grande quantité d'action utile ou d'effet qu'un homme peut fournir dans sa journée.

En substituant dans la formule, à la place de P, 58 kilogrammes, poids dont nous avons d'abord supposé l'homme chargé, nous trouverions, pour la quantité d'action utile, $Px = 691$ kilogrammes transportés à un kilomètre.

Si nous supposions P égal à 65 kilogrammes, nous trouverions $Px = 690$ kilogrammes transportés à un kilomètre : ainsi l'on voit qu'une augmentation ou une diminution de charge de 4 à 5 kilogrammes ne produit que des différences insensibles dans le *maximum* d'effet utile.

Si nous voulions comparer la quantité d'action que l'homme fournit en marchant librement, avec la quantité d'effet utile qu'il peut produire dans ce genre de travail, nous trouverions qu'un homme marchant sans fardeau, pouvant produire une quantité d'action représentée par 3500 kilogrammes transportés à un kilomètre, tandis que l'effet utile a pour mesure 692.4 kilogrammes transportés à un kilomètre, ces deux quantités sont entre elles comme 505 est à 100, très-approchant comme 5

est à 1 ; c'est-à-dire que dans ce genre de travail la quantité d'action employée utilement n'est que la cinquième partie de celle que peut fournir dans sa journée un homme qui marche sans aucun fardeau.

XXI. Les quantités d'action que fournissent des hommes en montant un escalier, ne sont pas du même genre que celles des hommes qui marchent librement sur un terrain horizontal, parce que, dans le premier cas, ils sont obligés, à chaque pas, d'élever leur centre de gravité à la hauteur d'une marche, tandis que les hommes qui parcourent un chemin horizontal donnent à leur corps une vîtesse parallèle au terrain ; que cette vîtesse n'est pas détruite par leur pesanteur, en sorte qu'ils n'ont à produire à chaque pas que le transport alternatif des jambes et l'élévation très-peu considérable de leur centre de gravité, qui s'élève et retombe à chaque pas par un mouvement oscillatoire de 2 ou 3 millimètres ; ce qui dépend principalement de l'art que les hommes acquièrent lorsqu'ils voyagent souvent, d'élever très-peu leur centre de gravité, et de le soutenir à peu près parallélement au terrain sur lequel ils marchent.

Mais quoique ces deux genres d'action ne soient pas de la même nature, il n'en est pas moins curieux de chercher à comparer, à fatigue égale, la hauteur où un homme peut élever son centre de gravité, avec le chemin qu'il peut parcourir sur un terrain horizontal. Les résultats des calculs et des expériences qui précèdent vont nous fournir cette comparaison.

Lorsque les hommes montent sans aucun fardeau un escalier, leur quantité d'action journalière se mesure par 205 kilogrammes élevés à un kilomètre; lorsqu'ils parcourent un chemin horizontal, leur quantité d'action journalière se mesure par 3500 kilogrammes transportés à un kilomètre. Ces deux quantités sont à peu près entre elles comme 1 est à 17.

La hauteur ordinaire d'une marche d'escalier peut être supposée de 135 millimètres, sa largeur étant à peu près trois fois sa hauteur. Ainsi dix-sept fois 135 millimètres, ou 2295 millimètres, représenteront la longueur du chemin horizontal qu'un homme peut parcourir avec le même degré de fatigue que lorsqu'il monte une marche de 135 millimètres. Mais comme le pas horizontal ordinaire d'un homme est de 650 millimètres, il en résulte qu'un homme éprouve le même degré de fatigue en montant une marche de 135 millimètres, qu'en faisant trois pas et demi sur un chemin horizontal.

XXII. *De la quantité d'action que les hommes peuvent fournir dans leur travail journalier lorsqu'ils transportent des fardeaux sur des brouettes.*

Le genre de travail que nous allons soumettre au calcul est en usage dans tous les travaux civils et militaires qui exigent des transports de terre. Le maréchal de Vauban, qui de tous les ingénieurs est peut-être celui qui a le plus fait exécuter des travaux de ce genre, nous a laissé, dans une instruction imprimée dans *la Science*

des ingénieurs de Belidor, les résultats de plusieurs expériences d'après lesquelles l'on peut essayer de calculer la quantité d'action que les hommes peuvent journellement fournir dans ce genre de travail. Voici ce que dit Vauban. Je réduis les mesures dont il s'est servi à nos mesures actuelles.

« Un homme, dans son travail journalier, peut transporter dans une brouette 14.79 mètres cubes de terre à 29.226 mètres de distance; il porte cette masse de terre en cinq cents voyages : ainsi il parcourt chargé 14.613 kilomètres, et autant en ramenant la brouette déchargée. »

Il faut joindre à ces données de Vauban quelques autres remarques. Lorsque la brouette est chargée, les hommes, en saisissant les bras de la brouette à 15 décimètres à peu près de distance de l'aissieu, soutiennent une partie de la charge et une partie du poids de la brouette; le reste du poids est porté par le point du terrain sur lequel pose la roue.

J'ai trouvé, en soutenant la brouette chargée, au moyen d'un peson, au même point où les hommes tiennent les bras, que la partie du poids qu'ils soutenoient étoit de 18 à 20 kilogrammes; que lorsque la brouette étoit vide, ils ne portoient que 5 à 6 kilogrammes.

J'ai encore trouvé que lorsque la brouette étoit chargée, les bras étant soutenus par des cordes attachées à un point très-élevé, la force nécessaire pour pousser la brouette sur un terrain sec et uni étoit de 2 à 3 kilogrammes. Cette dernière force dépend en grande partie

des petits ressauts que la roue éprouve sur le terrain : elle varie suivant l'adresse du travailleur, qui ne sait pas toujours se rendre maître du mouvement de sa brouette.

XXIII. Pour déterminer, d'après l'expérience dans ce genre de travail, la quantité d'action utile que les hommes fournissent, l'on remarquera que la charge moyenne des brouettes, dans un atelier composé d'hommes vigoureux, est à peu près de 70 kilogrammes; que le poids des brouettes, qui varie beaucoup, est moyennement de 30 kilogrammes.

Mais comme l'effet utile est mesuré par la quantité de terres transportées, multipliées par le chemin qu'elles parcourent; puisque les hommes font rouler la brouette chargée à 14.61 kilomètres de distance, l'effet utile journalier aura pour mesure le produit des deux nombres 70 et 14.61 multipliés l'un par l'autre : ce qui donne une quantité équivalente à 1022.7 kilogrammes transportés à un kilomètre.

Mais nous avons trouvé, article XXI, que lorsqu'un homme transporte à dos des fardeaux, le *maximum* de l'effet utile de son travail avoit pour mesure un poids de 692.4 kilogrammes transportés à un kilomètre : ainsi l'effet utile que fournit un homme qui transporte des fardeaux sur une brouette, est à l'effet utile du même homme lorsqu'il transporte les mêmes fardeaux sur son dos, comme 1022.7 : 692.4 :: 148 : 100; en sorte que sur un terrain sec, uni et horizontal, 100 hommes avec des

brouettes feront, à peu de chose près, la même quantité de travail que 150 hommes avec des hottes.

XXIV. *De la quantité d'action que les hommes peuvent fournir en sonnant, mouvement qui s'exécute lorsqu'ils élèvent le mouton pour battre et enfoncer des pilots.*

Dans l'action des hommes qui soulèvent le mouton et le laissent retomber sur la tête des pilots, l'action utile qu'ils fournissent est déterminée par le poids qu'ils élèvent, la hauteur à laquelle ils l'élèvent, et le nombre de coups qu'ils peuvent donner dans la journée. Voici ce qui se pratique très-souvent; car il y a eu beaucoup de variétés dans la distribution des poids, relativement à la force des hommes.

Les moutons ordinaires pèsent de 350 à 450 kilogrammes. Une corde qui passe sur une poulie soutient d'un côté le mouton; à l'autre extrémité de la corde sont attachés différens cordons que les hommes saisissent avec leurs mains.

Lorsque le mouton porte sur le pilot, les hommes tiennent le cordon à peu près à la hauteur de leur chapeau; laissant ensuite tomber la partie supérieure de leur corps en faisant effort sur le cordon, ils élèvent à peu près le mouton de 11 décimètres; l'on bat à peu près vingt coups par minute, et soixante à quatre-vingts coups de suite, après quoi les hommes se reposent autant de temps qu'ils ont travaillé. Malgré ce repos, on est obligé de les relever le plus souvent d'heure en heure.

En suivant ce genre de travail, tenant compte des différens repos, jamais je n'ai vu les travailleurs pouvoir résister à plus de trois heures de travail effectif dans la journée; le reste du temps est employé aux différens repos dont nous venons de parler, à placer et déplacer la sonnette, à redresser les pilots, etc. Lorsque les hommes sont très-vigoureux, l'on met ordinairement sur la sonnette un nombre d'hommes tel, que chacun d'eux élève 19 kilogrammes du poids du mouton.

D'après ces données, la quantité d'action journalière dans ce genre de travail aura pour mesure le produit des trois nombres, 11 décimètres, 19 kilogrammes, et le nombre des coups battus dans trois heures de travail effectif, à raison de vingt coups par minute; ce qui donne une quantité équivalente à 75.2 kilogrammes élevés à un kilomètre.

Si nous comparons cette quantité d'action avec celle qu'un homme produit lorsqu'il monte librement un escalier, quantité que nous avons trouvée, par l'expérience, égale à 205 kilogrammes élevés à un kilomètre, nous verrons que dans la sonnette le travailleur ne fournit qu'un peu plus du tiers de l'action qu'il produiroit dans le second cas, et qu'ainsi il seroit facile, en employant la force des hommes de la manière la plus avantageuse, de faire en sorte qu'un seul homme produisît presque autant d'effet que trois de la manière dont ils sont employés dans la sonnette.

XXV. Le calcul d'après lequel l'on vient de déter-

miner l'action journalière des hommes battant les pilots, donne une quantité beaucoup trop considérable, si on la compare avec un travail du même genre, suivi pendant plusieurs mois de suite, à la Monnoie de Paris, où des hommes frappoient des pièces de monnoie avec un mouton. Voici en quoi consistoit le travail de la journée.

Le mouton pesoit 38 kilogrammes; il étoit manœuvré par deux hommes, qui faisoient par conséquent chacun un effort de 19 kilogrammes. Le mouton étoit élevé, à chaque coup, à 4 décimètres de hauteur; l'on battoit dans la journée 5200 pièces, ou, ce qui revient au même, l'on élevoit le mouton 5200 fois.

Si, pour avoir la quantité d'action, l'on prend le produit des trois nombres, 19 kilogrammes, 4 décimètres et 5200, l'on trouvera que la quantité d'action journalière étoit représentée par un poids de 39.5 kilogrammes élevés à un kilomètre; quantité qui n'est guère que la moitié de 75.2 kilogrammes, que nous avons trouvée pour la quantité d'action des hommes qui battent les pilots, et qui n'est que la cinquième partie de la quantité d'action journalière que fournit un homme lorsqu'il monte librement un escalier.

Mais il faut remarquer que les mêmes hommes ont travaillé à la monnoie pendant quinze mois de suite; au lieu qu'en battant des pilots, les hommes passent à un autre genre de travail lorsqu'ils sont fatigués, ce qui arrive bientôt.

Il me paroît cependant probable que des hommes vigoureux, employés à l'entreprise, auroient pu fournir,

dans les travaux de la monnoie, une plus grande quantité d'action que celle qui résulte du calcul qui précède. Le citoyen qui étoit chargé de la conduite de cet atelier m'a dit qu'un homme extrêmement fort avoit entrepris de mener lui seul un mouton, mais qu'il avoit été obligé d'y renoncer au bout de quelques heures.

Je crois que cet homme auroit pu travailler plusieurs jours de suite, si, au lieu d'élever lui seul un poids de 38 kilogrammes à 4 décimètres, il n'eût fait un effort que de 19 kilogrammes ; que sa main eût parcouru 8 décimètres au lieu de 4, et que, par un moyen quelconque, le mouton eût simplement été élevé de 4 décimètres, comme il l'étoit par l'action des deux hommes ; ce qui produisoit une chûte qui, d'après l'expérience, suffisoit pour l'empreinte des pièces. En combinant ainsi la force et la résistance, il est probable que cet homme très-vigoureux auroit suppléé les deux hommes qui battoient la monnoie, puisque dans son travail journalier il n'auroit fourni que la même quantité d'action que les hommes qui battent les pilots peuvent fournir pendant quelques jours de suite.

XXVI. Voici encore une expérience qui a quelque rapport au travail de la sonnette. J'ai fait, pendant deux jours de suite, tirer de l'eau d'un puits qui avoit 37 mètres de profondeur. L'on puisoit au moyen d'un double seau ; je payois l'homme à raison de 25 centimes par dix seaux. Il a monté, le premier jour, 125 seaux ; le second, 119. L'effort moyen, mesuré avec un peson, étoit de 16 kilogrammes. Je prendrai ici 120 seaux pour la quantité

d'eau qu'il a pu élever dans un jour : ainsi, pour avoir la quantité journalière d'action, il faut multiplier ensemble les trois nombres, 16 kilogrammes, 37 mètres et 120; ce qui donne, pour l'effet ou la quantité d'action journalière, 71 kilogrammes élevés à un kilomètre, quantité à peu près la même que celle que nous avons trouvée pour la quantité d'action journalière des hommes qui battent les pilots.

XXVII. *Des hommes agissant sur des manivelles.*

Je n'ai pu me procurer ni faire par moi-même des expériences directes pour déterminer ce genre d'action; ce qui va suivre est le résultat d'un assez grand nombre d'observations sur les machines dont on se sert dans les épuisemens. Mais, dans ces machines, la résistance que les hommes éprouvent est très-difficile à évaluer. Dans les chapelets, par exemple, le choc des palettes et des hérissons, les frottemens des différentes parties, la perte de l'eau par le jeu de la machine, tout varie suivant l'état de la machine. Ces quantités ne sont pas les mêmes dans la machine en mouvement et dans la machine que l'on veut faire sortir de l'état de repos. D'ailleurs, ici, il est très-difficile de mettre les hommes à l'entreprise, si l'on veut faire une expérience en remplissant quelques tonneaux, ce qui dure cinq ou six minutes; les hommes, pour lors, fournissent une quantité d'action qui annonce un produit journalier souvent double de l'effectif. J'aurois pu me procurer des

résultats plus approchés, si, dans le temps où je suivois des travaux de ce genre, j'eusse substitué un treuil à manivelle avec deux seaux aux chapelets à épuisement. Il y a même apparence que ce moyen, fort en usage dans les campagnes, m'auroit fourni des résultats plus avantageux que les autres machines ; car il y a peu de circonstances où deux seaux, un treuil et une manivelle, ne soient pas préférables à toutes les machines à épuisement.

L'on évalue, dans la plupart des ouvrages de mécanique, la pression qu'un homme exerce sur la poignée de la manivelle, à 12 ou 13 kilogrammes. Je ne crois pas que, dans un travail continu, cette pression puisse s'estimer au-delà de 7 kilogrammes. La poignée de la manivelle parcourt le plus souvent un cercle de 23 décimètres de circonférence, et l'on compte sur 30 tours par minute. Mais en examinant pendant plusieurs heures les travailleurs, l'on voit que, lorsqu'ils exercent une pression de 7 kilogrammes, ils ne font guère que 20 à 22 tours par minute. Enfin l'on évalue le temps journalier du travail à dix heures par jour ; et, dans les grands travaux, l'on ne retient les travailleurs qui agissent sur les manivelles, qu'au plus huit heures, sur lesquelles ils ralentissent leur mouvement ou se reposent même assez pour qu'il ne soit possible d'évaluer qu'à six heures le temps du travail effectif, à raison de 20 tours par minute.

En calculant la quantité d'action d'après ces observations, il faut multiplier ensemble 7 kilogrammes, 23 décimètres, 20, et 360 ; ce qui donne, pour la quan-

tité d'action journalière, 116 kilogrammes élevés à un kilomètre. En partant de ces résultats, si l'on vouloit comparer les différentes quantités d'action fournies par les hommes qui montent librement un escalier, avec celle des hommes qui agissent sur la manivelle et la sonnette, l'on trouveroit que les quantités d'action fournies par le même homme, dans ces différens genres de travaux, sont entre elles comme les nombres 205, 116, 75; quantités qui sont à peu près comme les nombres 8, 5, 3 : rapports qui probablement donnent une précision suffisante dans la pratique; car, dans une question de ce genre, il est inutile de chercher une exactitude dont la variété qui se trouve entre les forces de différens travailleurs rend la détermination impossible.

La pratique, au surplus, paroît avoir décidé que les manivelles sont préférables à la sonnette; car presque toutes les machines employées dans les grands travaux pour les épuisemens sont mises en jeu par des manivelles.

XXVIII. *De la quantité d'action que les hommes consomment dans leur travail journalier, lorsqu'ils labourent la terre avec la bêche.*

Il y a une si grande variété dans les résultats de ce genre de travail, qui dépendent de la nature du terrain et des saisons, et même du temps où les labours précédens ont été faits, ce qui a laissé prendre à la terre plus ou moins d'affaissement, et aux racines des plantes

qui couvrent sa surface, plus ou moins d'étendue et de force, que les calculs qui vont suivre ne doivent être regardés que comme un exemple particulier qui doit servir à jeter quelque jour sur les travaux qui y sont analogues.

Le laboureur que j'ai employé, et qui a labouré de suite 8000 mètres carrés de terre, étoit vigoureux, intelligent, et habitué à travailler à la bêche. Les terres étoient très-fortes et produisoient d'excellent blé : elles étoient dans cet état moyen d'humidité et de sécheresse qui convient le mieux au labour ; mais elles étoient très-affaissées.

Le laboureur étoit payé au mètre carré, de manière que dans une bonne journée il pouvoit gagner 2 francs et 5 décimes. Voici ce qui m'a paru résulter de l'expérience, d'après des quantités moyennes assez difficiles à apprécier.

Le laboureur enfonçoit sa bêche de 25 centimètres, et à chaque coup de bêche il élevoit moyennement un poids de terre de 6 kilogrammes, dont il portoit le centre de gravité, en la retournant, à une hauteur qui étoit très-variable, mais que j'ai cru, en prenant une mesure moyenne, pouvoir évaluer à 4 décimètres. La terre, quoique très-pesante, s'ameublissoit assez facilement, et ce n'étoit qu'après cinq ou six coups de bêche qu'il frappoit quelques coups de son tranchant pour casser les mottes et unir le labour : il donnoit à peu près vingt coups de bêche par minute. Le premier effort pour enfoncer la bêche étoit moyennement de 20 kilogrammes : lorsque la bêche étoit enfoncée de quelques centimètres,

la force pour continuer à l'enfoncer n'étoit guère que de 12 kilogrammes.

Dans les beaux jours, cet homme labouroit une surface de 181 mètres carrés : ainsi la masse de terre remuée par le labour étoit de 45.25 mètres cubes. Le mètre cube de terre pesoit 1898 kilogrammes.

De ces données il résulte que, puisque la terre étoit élevée, pour la renverser, à 4 décimètres, si l'on veut avoir la première partie de la quantité d'action équivalente au travail journalier, il faut multiplier ensemble les nombres 1898 kilogrammes, poids d'un mètre cube, 45.25, nombre des mètres cubes, et 4 décimètres, hauteur à laquelle le centre de gravité de chaque pelletée de terre est élevé par le laboureur : le produit de ces trois quantités équivaut à un poids de 34.3 kilogrammes élevés à un kilomètre. Mais il faut remarquer qu'outre le poids de la terre, l'homme, à chaque coup de bêche, élève le poids de la bêche, qui peut s'évaluer à 1.7 kilogramme, à peu près le quart du poids des terres que la bêche retourne : ainsi l'on peut, par approximation, représenter la quantité d'action consommée à élever la terre, par 43 kilogrammes élevés à un kilomètre.

Il faut à présent chercher la quantité d'action nécessaire pour enfoncer la bêche, à chaque coup, à une profondeur de 25 centimètres. L'expérience nous a donné une résistance continue de 12 kilogrammes, que l'on peut porter à 15, à cause du premier effort qui est au moins de 20 kilogrammes : et en calculant, d'après le poids des terres, la quantité de coups de bêche donnés

dans la journée, à raison de 6 kilogrammes par coup de bêche, nous trouvons que le laboureur donnoit dans la journée 14316 coups de bêche. Il faut donc, pour avoir cette seconde partie de l'action, multiplier ensemble les trois nombres, 15 kilogrammes, pression que l'homme exerce sur la bêche, 14316, nombre des coups de bêche, et 25 centimètres, enfoncement de la bêche à chaque coup : le produit de ces trois quantités équivaut à un poids de 53.6 kilogrammes élevés à un kilomètre.

Ajoutons ensemble les deux quantités d'action : nous aurons, pour l'action totale de la journée, 96.6 kilogrammes élevés à un kilomètre.

Il seroit difficile de déterminer la quantité d'action que l'homme emploie à casser les mottes et à étaler la terre. D'après la manière dont notre laboureur faisoit cette opération, je ne crois pas qu'on puisse l'évaluer beaucoup au-delà de la vingtième partie du travail journalier. Ainsi l'on ne sera peut-être pas bien loin de la véritable valeur du travail journalier, en l'estimant à 100 kilogrammes élevés à un kilomètre.

Dans le travail du laboureur, l'on doit observer deux manières d'employer la force. Dans la première, l'homme, en appuyant du pied et du corps sur la bêche, l'enfonce dans la terre : il ne paroît pas que cette portion du travail puisse produire dans le travail journalier beaucoup plus de fatigue que lorsqu'un homme monte un escalier.

Dans l'autre partie du travail, les hommes soulèvent, par l'effort de leurs bras, la terre en même temps que

la bêche : ainsi ils doivent probablement fatiguer au moins autant que lorsqu'ils agissent sur la sonnette. Nous allons voir si, d'après le calcul, l'on peut admettre ces suppositions.

Dans le travail journalier des hommes qui montent un escalier, ils peuvent élever 205 kilogrammes à un kilomètre : mais la portion du travail journalier qui répond à l'enfoncement de la bêche, a été trouvée de 53.6 kilogrammes élevés à un kilomètre. Ainsi, en supposant que ces deux genres de travaux soient de même nature, la portion du travail journalier que le laboureur aura fournie en enfonçant sa bêche, sera égale à $\frac{53.6}{205} = 0.261$ partie du travail journalier.

Il faut à présent ajouter à cette première quantité d'action celle de l'homme qui soulève la terre, en supposant qu'à fatigue égale il consomme la même quantité d'action qu'à la sonnette : nous avons trouvé par les expériences trois valeurs différentes ; savoir, pour les hommes qui battent les pilots, 75 kilogrammes élevés à un kilomètre ; pour l'homme qui tiroit de l'eau d'un puits, 72 kilogrammes élevés à un kilomètre ; pour un travail suivi pendant quinze mois à la Monnoie, 40 kilogrammes élevés à un kilomètre. En prenant une quantité moyenne entre ces trois valeurs, nous trouvons, pour le travail d'une journée, 62.3 kilogrammes élevés à un kilomètre. Mais nous avons vu dans cet article que la quantité d'action employée à élever et renverser la terre avec la bêche, étoit 43 kilogrammes élevés à un kilomètre :

ainsi la portion du travail journalier du laboureur seroit, pour cette partie de l'action, représentée par $\frac{43}{62.3} = 0.69$ centièmes du travail journalier. Joignons ces deux portions du travail du laboureur, et nous aurons, pour son travail de la journée, $0.26+0.69=0.95$, ou, ce qui revient au même, 95 centièmes du travail de la journée.

Ainsi, en supposant que l'homme qui enfonce la bêche ne fatigue pas plus qu'un homme qui monte un escalier, et que l'homme qui relève les terres avec la bêche fatigue autant qu'un homme employé à la sonnette, nous ne trouvons, d'après cette comparaison, qu'un vingtième de perte d'action ; quantité que l'on peut négliger dans des recherches de la nature de celles qui font le sujet de ce mémoire.

Avant de finir cet article, je dois de nouveau avertir que le résultat qui précède est la mesure du travail d'un excellent laboureur, habitué à travailler dans les terres les plus fortes du département d'Eure-et-Loir. Il en est de l'art de labourer comme de tous les autres arts où les hommes consomment toutes leurs forces journalières : l'habileté consiste toujours à employer toute l'action utilement. Dans le labourage, par exemple, la distribution de l'action de l'homme doit varier suivant l'état, la nature des terres, et même la saison où se fait ce travail : mais un bon ouvrier emploie toutes les parties de son action d'une manière utile, tandis qu'un mauvais laboureur, quoique très-vigoureux, laisse tomber à chaque coup de bêche la partie supérieure de son corps plus qu'il

n'est nécessaire pour enfoncer la bêche ; et n'étant pas adroit à retourner la terre, il l'élève souvent plus qu'il ne faut, et il consomme ainsi en pure perte une partie de son action : d'où résulte qu'à fatigue égale, en donnant une façon moins bonne à la terre, il en laboure une moindre étendue.

Dans cet art, comme dans tous les autres, lorsque l'observateur veut se procurer les élémens nécessaires pour établir le calcul de l'action des hommes, il faut suivre un bon ouvrier payé à la pièce ; mais en même temps, pour ne pas influer sur son travail momentané, il ne faut pas qu'il sache qu'il est observé.

XXIX. Dans tous les articles qui précèdent, j'ai cherché à déterminer, d'après l'expérience, quelle est la quantité d'action journalière que les hommes peuvent fournir sous une charge quelconque, et j'ai supposé que, par cet instinct naturel à tous les hommes, ils prenoient sous une charge donnée la vîtesse qui économisoit le plus leurs forces. Les remarques qui vont suivre prouveront que cette supposition n'a pas pu occasionner des erreurs sensibles dans les résultats. Il paroît même, d'après la pratique, que les hommes dans leurs travaux peuvent, à fatigue égale, produire la même quantité d'action journalière, en variant beaucoup leur vîtesse, et coupant leur travail par de petits intervalles de repos.

Je prendrai pour exemple les hommes qui, d'après l'article VIII, consommoient tout leur travail journalier

à monter le bois à 12 mètres de hauteur. Dans cette expérience, chaque charge de 68 kilogrammes étoit montée à 12 mètres de hauteur dans un peu plus d'une minute, à peu près 1.1 minute. Ainsi, comme dans son travail journalier l'homme montoit 66 charges, il consommoit presque toute son action journalière dans une heure 12 minutes. Mais cette distribution de son action étoit coupée par des intervalles de repos, ou au moins d'un travail peu fatigant; tel, par exemple, que celui de charger ses crochets bûche à bûche; et ces intervalles étoient beaucoup plus longs que ceux où il avoit la charge sur le dos, car il montoit les six voies de bois à peu près dans six heures et demie : en sorte que le temps de la présence sur le travail étant de six heures et demie, le temps effectif de la fatigue n'étoit que d'une heure 12 minutes : et ces six heures et demie étoient coupées en 66 parties; chaque partie en deux autres, l'une de 1.1 minute où l'homme étoit sous la charge, et l'autre de 4.8 minutes où l'homme descendoit l'escalier, chargeoit ses crochets et fatiguoit très-peu.

Il paroît que cette manière de couper en de petits intervalles d'action et de repos le travail des hommes qui portent de grands fardeaux, est celle qui convient le mieux à l'économie animale, et que les hommes préfèrent de marcher avec vîtesse pendant quelques instans, et de se reposer complétement pendant quelques autres instans, à parcourir une même course dans un temps égal à ces deux intervalles, avec une vîtesse plus lente, mais continue.

C'est ce que nous voyons tous les jours : car les hommes qui transportent des charges de 60 à 70 kilogrammes sur un terrain horizontal marchent presque aussi vîte que ceux qui ne sont pas chargés ; mais, pour peu que la course soit longue, ils la coupent par plusieurs intervalles de repos.

Au surplus, quelle que soit la manière de diviser ces intervalles entre eux, ce qui varie probablement pour chaque homme d'après sa constitution physique, il paroît, comme je l'ai déja dit, que, dans les travaux où les hommes doivent consommer toute leur action journalière, on ne doit exiger d'eux, dans les vingt-quatre heures, que sept à huit heures de travail, coupées ou non par de petits intervalles de repos. Je parle des travaux où les hommes consomment dans un exercice violent toute leur action journalière ; car il y a beaucoup de genres de travaux, sur-tout dans la partie des arts, d'une nature telle, que les hommes, en travaillant dix ou douze heures par jour, ne consomment qu'une partie souvent très-peu considérable de la quantité d'action qu'ils peuvent fournir dans la journée.

XXX. Conclusion.

Je me suis principalement occupé dans ce mémoire à déterminer de combien un fardeau plus ou moins grand pouvoit diminuer la quantité d'action qu'un homme peut fournir dans sa journée. Les expériences qui ont servi de base à cette détermination ont été prises

d'après les mouvemens les plus naturels et les plus ordinaires à tous les hommes, tels que de marcher horizontalement ou de monter un escalier ; il m'a paru en résulter, d'une manière évidente, qu'un homme qui monte un escalier librement et sans aucune charge, peut fournir une quantité d'action presque double de celle que peut fournir le même homme chargé d'un poids de 68 kilogrammes, qui est à peu près la charge moyenne des hommes qui montent le bois dans les maisons. Mais, comme dans cette manière d'employer les forces il n'y a de travail utile que le fardeau transporté, il en résulte que l'effet utile du travail pour l'homme qui monte chargé n'est que le quart de la quantité totale d'action que fournit dans la journée l'homme qui monte naturellement un escalier ; en sorte que, si un homme montoit librement un escalier, et qu'en se laissant tomber par un moyen quelconque il élevât un poids égal à sa pesanteur, il produiroit à peu près autant d'effet ou feroit autant de travail que quatre hommes montant à dos le même poids. Cette observation me paroît de la plus grande importance pour diriger les mécaniciens dans la construction des machines destinées à être mues par des hommes dont il faut toujours que les forces soient employées de la manière la plus avantageuse pour l'effet utile.

J'ai ensuite cherché à comparer la quantité totale d'action que les hommes peuvent fournir en montant librement un escalier, avec celle qu'ils produisent en agissant sur la sonnette, sur la manivelle, etc., et j'ai trouvé que l'homme qui montoit librement un escalier

pouvoit produire deux fois au moins plus de travail que dans les autres moyens d'employer leurs forces. Les expériences qui ont servi de base à l'évaluation de la quantité d'action de la sonnette et de la manivelle ont toujours été faites dans de grands ateliers : je prie ceux qui voudront les répéter, s'ils n'ont pas le temps de mesurer les résultats après plusieurs jours d'un travail continu, d'observer les ouvriers à différentes reprises dans la journée, sans qu'ils sachent qu'ils sont observés. L'on ne peut trop être averti combien l'on risque de se tromper en calculant, soit la vitesse, soit le temps effectif du travail, d'après une observation de quelques minutes.

Les résultats de tous les articles qui précèdent donnent des quantités d'action beaucoup moins considérables que celles dont la plupart des auteurs font usage dans le calcul des machines : mais ils se sont fondés presque tous sur des expériences qui ont duré quelques minutes et qui ont été exécutées par des hommes choisis ; ils ont ensuite, d'après ces expériences, établi les calculs, en supposant sept à huit heures de travail effectif. Mais un homme peut, dans presque tous les genres de travaux, fournir pendant quelques minutes une quantité d'action double et même triple de son travail moyen; il peut même consommer tout son travail journalier dans deux ou trois heures. C'est ce que nous avons vu dans l'article qui précède, où les hommes qui montent le bois consomment tout leur travail journalier dans le temps où ils sont sous la charge, et ce temps n'est pas d'une heure et demie dans la journée.

Le choix des hommes influe encore beaucoup sur l'évaluation de leur force moyenne. J'ai suivi pendant dix ans des transports de terre, exécutés par les troupes, et payés, comme on le disoit alors, à la toise cube. Je faisois le toisé toutes les quinzaines, et je trouvois presque toujours que les ateliers de grenadiers avoient gagné un tiers en sus des autres compagnies, et souvent le double des foibles ateliers. Si j'avois déterminé la force moyenne de tous les individus qui formoient l'atelier de grenadiers, je l'aurois trouvée d'un tiers plus grande que la force moyenne des autres ateliers : il est vrai, et c'est une remarque nécessaire à faire, que dans ce genre de travail, dont la principale partie consiste dans le roulage des terres, il ne se trouvoit pas un seul homme foible dans l'atelier de grenadiers, et que deux ou trois mauvais travailleurs dans chacun des autres ateliers y ralentissoient tout l'ouvrage.

Enfin la quantité moyenne d'action varie encore suivant la nourriture, mais sur-tout suivant le climat. J'ai fait exécuter de grands travaux à la Martinique par les troupes ; le thermomètre y est rarement au-dessous de 20 degrés : j'ai fait exécuter en France les mêmes genres de travaux par les troupes, et je puis assurer que sous ce 14e degré de latitude, où les hommes sont presque toujours inondés de leur transpiration, ils ne sont pas capables de la moitié de la quantité d'action journalière qu'ils peuvent fournir dans nos climats.

COMÈTE DE L'AN 6,

DÉCOUVERTE ET OBSERVÉE PAR LE CITOYEN MESSIER.

Lu le 11 prairial an 6.

Je découvris cette comète le 23 germinal, vers les huit heures du soir, près des Pléiades, sur le parallèle de la plus brillante de ces étoiles *n* (c'est la vingt-unième comète que je découvre depuis 1758, et la quarante-deuxième que j'observe). Cette comète, petite, ronde et sans apparence de queue, n'a pu se voir à la vue simple tout le temps que je l'ai observée. La durée de son apparition a été de quarante-trois jours, pendant lesquels elle a parcouru 102 degrés en ascension droite, en suivant l'ordre des signes, et 45 degrés ½ en déclinaison boréale, s'élevant vers le pole du monde à la distance de 21 degrés. Les quarante-trois jours qu'elle est restée visible ont procuré vingt-huit jours d'excellentes observations. Cette comète a passé par la constellation du Taureau, et a traversé celle de Persée, pour se porter dans la Girafe, et de là dans la tête de la grande Ourse, où elle a cessé de paroître le 5 de ce mois prairial.

La courbe tracée sur la carte représente le mouvement apparent de la comète parmi les étoiles fixes.

Cette comète, qui a été visible aux instrumens pendant quarante-trois jours, n'a procuré jusqu'à présent aucune observation étrangère.

Élémens de l'orbite de cette comète, par le citoyen Burckhardt, d'après mes observations.

Longitude du périhélie, ...	3s	14d	59'	0".
Longitude du nœud ascendant, ...	4	2	9	0.
Inclinaison de l'orbite, ...	"	43	52	16.
Passage au périhélie, 15 germinal an 6, . .	"	11h	41	42 temps moyen.
Logarithme de la distance périhélie, ...		9.6855253,		

sens du mouvement direct.

Nota. Je donnerai, dans les *Mémoires de l'Institut national*, le détail des observations, avec des tables et une carte de sa route, comme j'ai eu coutume de le faire, dans les volumes de l'*Académie des sciences*, pour les autres comètes que j'ai observées.

MÉMOIRE

Sur l'urine du cheval comparée à l'urine de l'homme, et sur plusieurs points de physique animale,

Par les citoyens Fourcroy et Vauquelin.

Lu le 21 ventose an 5, et à la séance publique du 15 germinal suivant.

§. Ier. *Motifs de cette dissertation; ce qu'on a déja fait sur l'urine du cheval.*

L'urine de l'homme est presque la seule qui jusqu'à présent ait fait l'objet des travaux des chimistes. Les substances singulières qu'on y a trouvées devoient naturellement fixer l'attention des savans, et particulièrement de ceux qui s'occupoient de l'économie animale: cependant les nombreuses découvertes dont cette liqueur animale a été la source, auroient dû faire naître le desir de soumettre aux mêmes recherches les urines des animaux; il en seroit sans doute sorti quelques traits de lumière qui auroient éclairé la physiologie.

Rouelle est le seul qui, à notre connoissance, ait ébauché cette immense suite de travaux, et il est étonnant que les résultats piquans qu'il a obtenus n'aient

pas éveillé l'attention des médecins chimistes sur cet objet.

Il a annoncé que les urines de vache et de chameau contenoient du muriate de potasse, du sulfate de potasse, une terre calcaire, un sel volatil, et point d'acide phosphorique; il s'est également occupé de l'urine de cheval, mais il n'y a pas trouvé le sel acide qu'il dit exister dans celles de chameau et de vache (1).

Dans la suite des recherches que nous avons entreprises en commun depuis plusieurs années sur l'analyse animale, nous avons observé plusieurs phénomènes singuliers sur l'urine de différens animaux. C'est de l'urine de cheval que nous allons aujourd'hui offrir les résultats à l'Institut.

§. II. *Propriété physique de l'urine de cheval récemment rendue.*

L'URINE de cheval, à l'instant où l'animal vient de la rendre, a une odeur de foin, et principalement de la plante connue sous le nom de flouve (*anthoxanthum odoratum*, L.); on y distingue aussi celle qui est particulière à la transpiration du cheval, sur-tout lorsqu'il a chaud et qu'il est renfermé dans l'écurie.

La couleur de ce liquide est le plus ordinairement d'un jaune de paille.

Quelquefois, et sur-tout dans l'été, après un exercice

---

(1) *Journal de médecine*, t. XL, p. 460 et suivantes.

violent, elle est gluante et file comme une dissolution de gomme.

Sa saveur est d'abord légèrement amère et salée; mais elle laisse dans la bouche, au bout de quelques instans, l'impression d'un extrait sucré.

Tout le monde sait qu'à la suite d'une course rapide ou d'un travail pénible le cheval rend de l'urine trouble comme du lait; elle est claire au contraire lorsque cet animal est à l'herbe, ou lorsqu'il reste renfermé dans l'écurie sans exercice : mais dans tous les cas cette liqueur ne tarde pas à se troubler, et à déposer une matière blanche très-abondante lorsqu'elle est exposée à l'air, ou même renfermée dans un vase bouché. Dans cette dernière circonstance, le dépôt n'a lieu que lorsqu'un léger mouvement de fermentation peut s'y établir. On verra plus bas d'où dépend ce phénomène.

La pesanteur spécifique de l'urine de cheval varie beaucoup : nous l'avons trouvée depuis 1.030 jusqu'à 1.050.

§. III. *Examen de l'urine de cheval par les réactifs.*

1°. Elle verdit le sirop de violettes.

2°. Elle fait effervescence avec les acides un peu concentrés.

3°. Elle précipite les dissolutions de nitrate d'argent et de muriate de barite.

4°. L'acide oxalique y forme un dépôt blanc très-abondant.

5°. L'eau de chaux et les alcalis caustiques troublent aussi cette urine et y occasionnent un dépôt abondant.

L'effervescence que l'urine de cheval fait avec les acides, indique qu'elle contient un carbonate en dissolution ; car cette effervescence est rapide et accompagnée d'un grand nombre de petites bulles.

Le précipité qu'y fait naître le nitrate d'argent annonce l'acide muriatique ; mais il pourroit aussi être formé par un carbonate. Nous nous sommes assurés qu'il étoit dû à l'un et à l'autre en même temps, car il étoit dissoluble dans l'acide nitrique.

Le phénomène présenté par le muriate de barite pouvoit appartenir, ou à l'acide sulfurique libre ou engagé, ou bien à un carbonate. La dissolution du précipité avec effervescence dans l'acide muriatique, suffit pour faire attribuer son origine à une combinaison terreuse de l'acide carbonique. Nous avons cependant trouvé quelques urines de cheval qui formoient, avec le muriate de barite, un dépôt en partie insoluble dans l'acide muriatique, preuve de la présence d'un sulfate.

L'acide oxalique démontre la chaux ; et l'ammoniaque, par la matière terreuse effervescente qu'elle sépare de cette urine, atteste que cette terre y est dissoute à l'aide de l'acide carbonique. Enfin la teinture des violettes, par la couleur verte foncée qu'elle prend avec l'urine, nous a fait soupçonner une matière alcaline autre que le carbonate de chaux.

On peut conclure de cette action comparée des réactifs, que l'urine de cheval contient, 1°. du carbonate

de chaux, 2°. un muriate de soude ou de potasse, 3°. quelquefois un sulfate, 4°. une matière alcaline.

Nous verrons par les expériences suivantes que cette liqueur animale est formée par plusieurs autres matières dont les réactifs ne peuvent indiquer la présence pour plusieurs raisons.

§. IV. *Exposition de l'urine de cheval à l'air libre.*

QUELQUES heures après que cette liqueur est exposée à l'air dans un vase plat, elle se recouvre d'une pellicule blanche, solide, et qui s'épaissit par les progrès de l'évaporation spontanée. Si l'on enlève cette pellicule, il s'en reforme bientôt une nouvelle de la même nature, et ainsi de suite jusqu'à ce que la liqueur soit entièrement privée de la matière qui donne naissance à cette pellicule.

Cette substance nous a présenté tous les caractères du carbonate de chaux.

Elle varie singulièrement par sa quantité, même dans les urines du même cheval : nous l'avons trouvée dans la grande latitude de 2 à 0.011 du poids de l'urine.

Quoiqu'elle soit le plus souvent blanche, et quelquefois un peu jaune, elle contient cependant une assez grande quantité de matière végétale et animale; car elle noircit au feu, en répandant des vapeurs piquantes analogues à celles de l'acide pyro-muqueux et de l'ammoniaque. Elle perd par cette opération 0.11 de son poids. Il paroît que la substance que contient ce carbonate

de chaux est une espèce de mucilage; car il écume considérablement lorsqu'on le dissout dans les acides.

Tandis que l'urine de cheval, exposée à l'air libre, se couvre de pellicules calcaires et forme un dépôt de la même nature, elle se colore et devient brune, en commençant par les couches supérieures, et en continuant successivement jusqu'à la partie inférieure.

Nous sommes assurés que cette altération de l'urine est produite par le contact de l'air; car lorsqu'elle est renfermée dans un vase, elle ne se colore pas aussi promptement ni d'une manière aussi marquée.

§. V. *Évaporation de l'urine.*

Mille parties d'urine de cheval ont été soumises à une évaporation ménagée, dans une capsule de porcelaine : à mesure que la masse du liquide diminuoit, sa couleur prenoit de l'intensité; elle exhaloit une odeur semblable à celle qui se répand dans les écuries. Lorsqu'elle a été réduite environ au quart de son volume, il s'est formé à sa surface des cristaux rougeâtres de forme cubique, dont la quantité a augmenté jusqu'à la fin de l'évaporation : alors le tout s'est réduit en une masse brune, grenue et tenace.

Cette matière avoit une saveur salée piquante; elle attiroit l'humidité de l'air, verdissoit la teinture des violettes, et faisoit effervescence avec les acides. Elle pesoit 0.047 de l'urine d'où elle provenoit, ou près de 0.05.

§. VI. *Action de l'alcool sur le résidu de l'urine évaporée; examen de la portion non dissoluble dans ce réactif.*

On a fait bouillir le résidu de cette urine évaporée avec dix fois son poids d'alcool rectifié : celui-ci a pris une couleur rouge foncée. La plus grande partie de la matière a été dissoute; cependant il est resté une substance jaunâtre qui étoit sous la forme de grains. Ce résidu, lavé avec l'alcool jusqu'à ce que celui-ci cessât de se colorer, avoit une saveur alcaline très-marquée, et faisoit une vive effervescence avec les acides. Son poids étoit de 0.009, ou un peu moins du cinquième de tout le résidu. Cette quantité de matière a été divisée en deux parties égales, dont l'une a été saturée par l'acide acéteux, et l'autre dissoute dans l'eau et soumise à l'évaporation spontanée. La première a fourni des cristaux auxquels on a reconnu tous les caractères de l'acétite de soude; la seconde a aussi donné un sel transparent, efflorescent à l'air, qui faisoit effervescence avec les acides, et qui a formé du sulfate de soude avec l'acide sulfurique.

D'après ces expériences il n'y a pas de doute que l'urine de cheval qui a été soumise ici à notre examen, ne contienne du carbonate de soude libre : mais on verra par la suite qu'il y a des circonstances où cette lessive animale n'en contient pas; ce qui est dû à un changement que cette urine éprouve par la fermentation.

§. VII. *Évaporation de la dissolution alcoolique précédente* (§. VI).

On a d'abord distillé la dissolution alcoolique de l'extrait de l'urine de cheval dans une cornue, afin d'en retirer la plus grande partie de l'alcool; ensuite on l'a transvasée dans une capsule de verre, où elle a déposé, en refroidissant, des cristaux cubiques d'une saveur amère et piquante, faisant, avec l'acide sulfurique concentré, une effervescence due au gaz acide muriatique, et donnant du sulfate de potasse : le sel séparé par le refroidissement de la dissolution alcoolique, concentrée par l'évaporation, étoit donc du muriate de potasse.

Cette liqueur, évaporée lentement, a encore fourni de nouvelles quantités du même sel, et le tout s'est élevé à la somme de 0.009. Cette quantité ne doit pas être regardée comme très-rigoureuse, parce qu'il reste toujours dans la liqueur, même très-épaissie, quelques portions de sel qu'il est impossible d'en extraire exactement; mais ces portions ne sont pas très-importantes, car elles doivent varier jusque dans l'urine du même cheval.

§. VIII. *Examen ultérieur de la liqueur alcoolique, après en avoir séparé le muriate de potasse* (§. VII); *précipitation de l'acide benzoïque qu'elle contient.*

Lorsque la liqueur a refusé de fournir du muriate

de potasse, il s'est formé un autre sel au milieu de sa masse, devenue très-épaisse par l'évaporation. Ce second produit avoit une couleur brune, une forme lamelleuse, peu de consistance, et une saveur âcre et comme caustique. On l'a dissous dans une petite quantité d'eau; et la dissolution ayant été mêlée avec de l'acide muriatique, elle s'est tout-à-coup prise en une masse blanchâtre manifestement cristalline, dans laquelle on distinguoit très-sensiblement des aiguilles ou prismes de la longueur de plusieurs centimètres. Après avoir séparé cette matière par la filtration, et l'avoir lavée avec de l'eau froide, on l'a soumise à plusieurs essais. Elle a présenté les phénomènes suivans :

1°. Sa saveur étoit âcre et légèrement acide.

2°. Elle a rougi les couleurs bleues végétales, et fait effervescence avec les carbonates alcalins, à l'aide de la chaleur.

3°. Elle s'est combinée aux alcalis caustiques, avec lesquels elle a formé des sels très-solubles, mais qui verdissoient légèrement la teinture des violettes.

4°. Exposée à l'action du calorique dans un appareil clos, elle s'est sublimée sous la forme de belles aiguilles blanches; il n'est resté au fond du vase que quelques traces de la matière charbonneuse qui auparavant coloroit cette substance.

5°. Elle a formé, avec la chaux et la barite, des combinaisons solubles dans l'eau, cristallisables, et d'où l'on pouvoit de nouveau la séparer par les acides, même les plus foibles, tels que les acides acéteux, citrique, etc.

6°. Tous les sels formés par la combinaison avec les alcalis et les terres, ont cristallisé sous la forme de lames brillantes et micacées.

7°. Le feu n'a séparé cette substance des bases alcalines et terreuses qu'en lui faisant éprouver une décomposition dans laquelle il s'est formé de l'acide carbonique, de l'eau et un acide liquide; la base est restée mélangée d'une certaine quantité de carbone mis à nu.

8°. Les sels de cette matière dissous dans l'eau ont précipité en blanc les dissolutions de plomb, d'argent et de mercure dans l'acide nitrique.

9°. Elle ne s'est dissoute que peu abondamment dans l'eau froide, mais beaucoup dans l'eau bouillante, d'où elle s'est précipitée sous forme cristalline par le refroidissement.

10°. Elle étoit très-dissoluble dans l'alcool.

La proportion moyenne de cette substance trouvée dans l'urine de cheval, étoit de 0.011, ou un peu plus de 0.01.

Il est évident, par l'exposé des propriétés de la matière dont il s'agit ici, qu'elle ressemble parfaitement à l'acide benzoïque, puisque tous les effets cités appartiennent à cette espèce d'acide. Après la sublimation il conservoit encore une odeur analogue à l'urine d'où il avoit été tiré, et on n'a pu la lui faire perdre qu'à l'aide de plusieurs combinaisons avec les alcalis, et de précipitations successives par le moyen des acides.

Quoique cet acide ne soit que dans le rapport de 0.011 dans l'urine de cheval, on peut l'y rendre très-sensible

sans rapprochement préliminaire de la liqueur; il suffit d'y jeter quelques gouttes d'un acide minéral quelconque, pour qu'au bout de quelques heures on apperçoive, à la surface et dans différens points de la liqueur, des cristaux en aiguilles parfaitement semblables à ceux que nous venons de décrire. Cela prouve que cet acide est combiné dans cette urine à quelques substances qui en augmentent la dissolubilité, et qui, en s'unissant à l'acide plus fort ajouté, laissent le premier à nu dans la liqueur, où il ne peut plus rester en dissolution.

§. IX. *Examen de la liqueur de laquelle l'acide benzoïque a été séparé par l'acide muriatique.*

La liqueur d'où l'on avoit séparé l'acide benzoïque par l'acide muriatique, restoit toujours trouble; mais, soumise à l'évaporation à la chaleur du bain de sable, elle s'est éclaircie et couverte d'une pellicule huileuse d'une couleur brune rougeâtre, qui s'est épaissie à l'air et est devenue comme une espèce de résine.

A mesure que la dissolution évaporoit, il s'y formoit des cristaux cubiques qui avoient une saveur salée agréable, précipitoient le nitrate d'argent et bouillonnoient avec l'acide sulfurique concentré; c'étoit de véritable sel marin ou muriate de soude mêlé de quelques atomes de muriate de potasse. Ce sel étoit sali par une portion d'huile et de matières colorantes, dont on n'a pu le débarrasser que par une forte calcination.

Il est prouvé par ces expériences que l'acide benzoïque

contenu dans l'urine de cheval, y est uni à la soude, avec laquelle il forme un sel neutre très-dissoluble dans l'eau et dans l'alcool.

Il paroît de plus que le benzoate de soude est combiné à une matière huileuse qu'il rapproche de l'état savonneux. Ce fait n'étonnera point si l'on se rappelle l'affinité de l'acide benzoïque pour les huiles et particulièrement pour les résines. Cette propriété est encore plus marquée dans les sels qu'il forme avec les alcalis, dont les caractères ne sont pas entièrement masqués par cet acide. Mais d'où provient cette huile? seroit-elle formée par la décomposition de cet acide? ou l'acide benzoïque lui-même auroit-il pris naissance d'une portion de cette huile plus chargée d'oxigène, comme cela paroît avoir lieu dans les végétaux qui fournissent cet acide? ou enfin cette huile est-elle toute contenue dans l'urine, et simplement dissoute par le benzoate de soude, duquel elle seroit séparée au moment de sa décomposition par l'acide muriatique? C'est ce qui nous paroît le plus vraisemblable. Quoi qu'il en soit, nous verrons plus bas qu'il y a certains états où l'urine de cheval contient une beaucoup plus grande quantité de substance huileuse que dans d'autres. Quoique la liqueur soumise à l'évaporation ne fournît plus de nouveau sel marin, elle étoit encore très-épaisse et paroissoit encore contenir beaucoup de matières.

§. X. *Examen de la liqueur qui restoit après la séparation du muriate de soude* (§. IX). *Découverte d'une nouvelle substance.*

Cette liqueur avoit une couleur brune, une consistance sirupeuse, une saveur piquante et âcre; elle sè dissolvoit facilement dans l'eau, à l'exception seulement de quelques portions d'acide benzoïque qui étoient restées en dissolution et qui avoient cristallisé pendant l'évaporation; elle étoit également dissoluble dans l'alcool. L'acide muriatique n'en précipitoit plus d'acide benzoïque; mais, en versant dans cette liqueur épaisse de l'acide nitrique concentré, nous fûmes très-surpris de voir se former au fond du vase une foule de cristaux soyeux et brillans qui croissoient sensiblement et s'élevoient jusqu'au haut du liquide. Au bout de quelques minutes, le tout s'est pris en une masse blanche et solide. Bientôt la belle couleur blanche et brillante que cette substance avoit offerte à l'instant de sa formation, a disparu; elle est devenue d'abord jaune et ensuite rouge foncée. Voici les propriétés que nous lui avons trouvées.

Elle est dissoluble dans l'eau et dans l'alcool: mise sur un charbon allumé, elle se réduit en vapeurs blanches qui ont l'odeur d'huile brûlée.

La dissolution de cette substance dans l'eau cristallise très-bien par l'évaporation spontanée, ou a une chaleur douce: elle présente dans sa cristallisation des houppes formées de beaucoup de filets soyeux et brillans.

Elle a une odeur singulière, assez analogue à celle du castoréum.

Lorsqu'on sature l'acide nitrique qui reste dans la liqueur d'où l'on a précipité cette substance, par les alcalis, ils en séparent une huile rougeâtre qui a une saveur extrêmement âcre, qui devient solide et blanche par le refroidissement et l'exposition à l'air. Cette substance se fond, se boursoufle au feu, et fournit à la distillation beaucoup d'huile et de l'ammoniaque; elle ne laisse presque point de résidu. Elle est dissoluble dans l'alcool, d'où elle est séparée par l'eau. Les alcalis la dissolvent très-facilement et lui donnent une couleur brune rougeâtre.

C'est assurément une très-singulière matière qui a ainsi la propriété de se combiner à l'acide nitrique, de former avec lui un corps solide et cristallisable, et de jouer en quelque sorte le rôle d'un alcali, quoiqu'elle en soit très-éloignée par sa nature.

Il faut remarquer cependant que quoique la causticité de l'acide nitrique soit considérablement diminuée par cette combinaison, il conserve toujours une acidité assez forte.

Il paroît, par ce que nous venons d'exposer, que cette substance est d'une nature particulière, inconnue jusqu'à présent aux chimistes; car il n'en est point d'autres, à notre connoissance, qui jouissent de propriétés analogues à celles que nous venons de décrire.

Le peu de cette substance que nous avons pu nous procurer jusqu'à présent, ne nous a pas permis de la

soumettre à un plus grand nombre d'essais ; mais nous continuerons nos recherches en nous en procurant une quantité plus grande, et nous essaierons d'en déterminer avec soin la nature.

§. XI. *Résultat de l'analyse précédente.*

Il résulte des expériences qui précèdent, que l'urine de cheval fraîche est composée,

1°. De carbonate de chaux	0.011	0.060
2°. De carbonate de soude	0.009	
3°. De benzoate de soude	0.024	
4°. De muriate de potasse	0.009	
5°. De matière végétale ou animale singulière	0.007	
6°. D'eau et de mucilage	0.940	
	1.000	

Telles sont les proportions moyennes dans lesquelles nous avons trouvé les différens produits qui composent l'urine de cheval récemment rendue ; mais ces proportions ne peuvent pas être regardées comme constantes, soit entre elles, soit par rapport à l'eau qui les tient en dissolution. Cela dépend d'une foule de circonstances, telles que la nourriture, l'exercice, la température, etc., qui ne sont jamais les mêmes pour tous les chevaux, ni pour le même cheval. Mais ce qu'il y a de certain et de constant dans cette liqueur, ce que

nous avons vérifié par l'examen d'un grand nombre d'urines de chevaux dans différentes circonstances, c'est qu'elle contient du carbonate de chaux, du carbonate de soude, du benzoate de soude, du muriate de potasse, et une matière singulière à laquelle il ne nous est pas permis encore de donner un nom ; c'est que ces substances n'y vont guère au-delà de 6 centièmes, que le benzoate de soude en est le produit le plus abondant, qu'on peut le décomposer et en obtenir l'acide concret en précipitant immédiatement par l'acide muriatique cette urine sans aucune évaporation préliminaire, comme Scheele a indiqué de le précipiter de la lessive de benjoin par la chaux vive. Ces diverses matières salines et terreuses sont dissoutes dans une grande quantité d'eau, et comme enveloppées d'un mucilage gélatineux qui rend souvent l'urine de cheval épaisse et filante.

§. XII. *Examen d'une urine de cheval rendue depuis quelques jours, et qui avoit éprouvé le mouvement de fermentation.*

CETTE urine nous a présenté beaucoup de phénomènes semblables à ceux de la première, dont nous ne parlerons point; ce seroient des répétitions inutiles : nous insisterons seulement sur les différences que nous y avons apperçues.

A. Elle avoit une couleur noire très-foncée, une odeur ammoniacale très-forte, et ne contenoit plus du tout de carbonate de chaux : elle faisoit une vive effervescence avec les acides, et laissoit précipiter, quelques heures

après l'addition de ceux-ci, des cristaux d'acide benzoïque.

B. Mille parties de cette urine soumise à la distillation ont fourni une liqueur claire, extrêmement ammoniacale, qui, saturée avec l'acide sulfurique, a fait une vive effervescence, et a pris une couleur rose très-agréable. La liqueur a donné ensuite par l'évaporation 0.013 de sulfate d'ammoniaque, qui indiquent, suivant le calcul de Kirwan, 0.005 d'ammoniaque pure.

Ces essais prouvent que l'ammoniaque étoit combinée dans l'urine avec l'acide carbonique, et que c'étoit la seule cause qui donnoit à cette liqueur la propriété de faire effervescence avec les acides, comme on va le voir par ce qui suit.

C. L'urine, ainsi dépouillée de son ammoniaque par la distillation, ne faisoit plus d'effervescence avec les acides, quoiqu'elle eût encore la propriété de verdir le sirop de violettes.

D. Épaissie en consistance d'extrait par l'évaporation, et lessivée par l'alcool, elle a laissé un résidu noir qui étoit formé de sulfate de potasse coloré par une matière végétale ou animale. Pendant l'évaporation de cette urine, il s'est présenté à sa surface une grande quantité d'huile noirâtre, d'une saveur âcre, caustique, et dissoluble dans l'alcool.

E. La dissolution alcoolique de l'extrait de cette urine a déposé, en refroidissant, beaucoup de muriate de potasse; et lorsqu'une certaine quantité de l'alcool a été évaporée, il s'en est séparé du benzoate de soude.

F. La liqueur privée de muriate de potasse, mêlée avec l'acide muriatique, a donné beaucoup d'acide benzoïque précipité, et a répandu une odeur d'acide acéteux. A mesure que l'acide muriatique s'unissoit à la base du benzoate de soude, et que l'acide benzoïque se précipitoit, il se formoit une couche d'huile à la surface de la liqueur, et celle-ci restoit trouble, même après un repos très-long.

G. Après avoir séparé l'acide benzoïque par le filtre, on a soumis la liqueur à la distillation, et on en a obtenu une assez grande quantité d'acide acéteux qui conservoit encore l'odeur de l'urine.

H. Le résidu resté dans la cornue, épaissi par l'évaporation, et mêlé avec l'acide nitrique, n'a point donné naissance à cette matière solide et cristalline que nous avons décrite dans le §. X de ce mémoire; mais en versant de la potasse dans cette matière étendue d'eau, il s'est déposé une assez grande quantité de magnésie, qui étoit sans doute unie dans cette urine à l'acide muriatique.

§. XIII. *Résultats de l'analyse de l'urine de cheval fermentée, comparés à ceux qu'a donnés la même urine fraîche.*

Il résulte de cette analyse de l'urine de cheval altérée par la fermentation, qu'elle diffère de la même urine fraîche, 1°. en ce qu'elle ne contient plus, comme cette dernière, du carbonate de chaux, du carbonate

de soude, ni cette matière singulière cristallisable avec l'acide nitrique ; 2°. en ce qu'à la place des produits précédens on en obtient de l'acide acéteux et du carbonate d'ammoniaque.

Pour bien entendre d'où dépend cette différence, il faut savoir que l'urine de cheval fraîche ne contient jamais d'ammoniaque, et se souvenir qu'elle recèle au contraire des carbonates de soude et de chaux. C'est donc à une altération qu'éprouve cette liqueur animale après avoir été rendue, et qui y développe de nouveaux composés, qu'est due la différence observée entre l'urine fraîche et l'urine fermentée. En peu de temps elle subit en effet un mouvement de fermentation dans lequel il se forme simultanément de l'ammoniaque et de l'acide acéteux. Cet acide, à mesure qu'il se développe, se combine avec la soude, de laquelle il chasse l'acide carbonique ; mais celui-ci ne se dégage pas à l'état de fluide élastique, parce qu'il est retenu par l'ammoniaque à laquelle il s'unit, et forme du carbonate d'ammoniaque, que nous avons trouvé dans l'urine altérée.

S'il se forme plus d'acide acéteux qu'il n'en faut pour saturer la soude, le surplus s'unit à l'ammoniaque ; et si l'on distille ensuite cette urine avant d'en avoir séparé le carbonate de chaux, il se fait alors une double décomposition, d'où il résulte du carbonate d'ammoniaque qui se volatilise, et de l'acétite de chaux qui reste dans la liqueur, ainsi que nous l'avons observé dans plusieurs urines qui avoient éprouvé une plus forte fermentation que celle dont nous avons donné l'analyse.

Mais si, au contraire, on a extrait le carbonate de chaux pour l'exposition de l'urine à l'air avant sa fermentation, l'acétite d'ammoniaque est décomposé par la chaleur ; il se volatilise une portion d'ammoniaque, et il reste, dans la liqueur, de l'acide acéteux libre : ce que nous avons également reconnu. On voit par là pourquoi il ne se dégage aucun gaz pendant la fermentation de l'urine de cheval ; pourquoi l'on n'y retrouve plus ensuite de carbonate de soude, mais du carbonate d'ammoniaque et de l'acétite de soude.

Il paroît donc que l'urine de cheval contient, dans son état naturel, une matière muqueuse dans une proportion convenable pour former de l'acide acéteux, plutôt que de l'acide carbonique, comme cela a lieu dans les autres matières animales ; et que l'autre substance qui contribue à former cet acide en même temps qu'elle sert à la formation de l'ammoniaque pendant cette altération spontanée, paroît être ce corps singulier qui cristallise par l'addition de l'acide nitrique (§. X), puisque nous ne l'avons plus trouvé dans l'urine de cheval fermentée.

C'est une chose remarquable, que, tant qu'il se forme de l'acide acéteux dans cette urine, il ne se développe jamais d'acide carbonique ; car il ne s'est manifesté aucun mouvement d'effervescence pendant la fermentation de ce liquide. Il est vraisemblable que si Rouelle le cadet, dont l'exactitude est très-connue de tous les chimistes, n'a pas trouvé de carbonate de soude dans l'urine de cheval, c'est qu'il n'a opéré sur cette matière qu'après qu'elle avoit subi la fermentation, et cependant il n'a

pas apperçu l'acide acéteux qu'elle contient dans cet état, ou au moins il n'en a pas parlé.

§. XIV. *Inductions qu'on peut tirer de cette analyse pour la physique animale.*

L'ANALYSE chimique des matières animales ne présente pas seulement des phénomènes curieux, des applications utiles aux arts dans lesquels on peut les employer; elle offre encore une suite de faits qui peuvent éclairer la physique des animaux. On connoît déja les considérations importantes auxquelles notre confrère Berthollet a été conduit par sa découverte de l'acide phosphorique à nu dans l'urine humaine ; on sait que la diminution graduelle et la disparition totale de cet acide dans l'urine des goutteux, en précédant et en accompagnant les accès de goutte, annoncent que cette maladie, qui attaque les articulations et la propre substance des os, consiste, du moins au moment de ses attaques, dans la rétention de cet acide à l'intérieur, et dans son transport sur les organes articulaires. Cette vue importante nous a fait insister beaucoup, depuis 1788, sur plusieurs faits relatifs à l'analyse des urines; nous rappellerons ici les principaux.

1°. L'absence totale de l'acide phosphorique dans l'urine des enfans paroît s'accorder avec le grand développement de leurs os, vers lesquels cet acide saturé de chaux semble se porter tout entier pour servir à leur prompt accroissement.

2°. La présence du phosphate de chaux dans le lait, que nous avons fait connoître en 1790, annonce que cette première nourriture n'est indispensable aux jeunes animaux et qu'elle ne leur est préparée que pour porter rapidement ce sel terreux dans l'organe osseux, qui se forme et qui croît avec une énergie d'autant plus grande qu'ils sont plus rapprochés de leur naissance.

3°. La quantité du même sel que nous avons trouvée dans la farine de froment, qui fait le principal aliment de l'homme, est telle, qu'il passe chaque jour dans nos corps à la quantité de plus de soixante grains sur douze onces de cette farine.

4°. L'existence du phosphate calcaire, mêlé de soude caustique, dans la liqueur séminale de l'homme, est un phénomène remarquable, dont les rapports avec les mystères de la génération ne peuvent manquer d'être saisis quelque jour, et d'intéresser dès ce moment les physiciens.

5°. L'acide lithique, matière de la pierre de la vessie, qui au singulier et malheureux privilége de n'exister que dans le corps humain, réunit celui plus singulier encore de ne se trouver que dans l'urine, offre aux physiologistes et aux médecins un problême dont la solution tient de près à la nature des sels dissous dans cette lessive et à leurs altérations réciproques.

Toutes ces nouvelles découvertes de la chimie animale ont commencé à répandre quelque jour sur les fonctions des animaux et sur la manière dont leurs organes les exécutent. Voyons aujourd'hui si les faits

que nous venons d'exposer sur l'urine de cheval pourront augmenter ces premières lueurs.

1°. Un premier point de différence très-remarquable entre l'urine de cheval, celle des quadrupèdes herbivores, car ils nous ont tous présenté des résultats analogues, et l'urine de l'homme, consiste dans l'acide benzoïque que la première contient uni à la soude. Cet acide y est assez abondant et assez fixé par l'alcali auquel il est uni, pour devenir très-sensible par l'acide muriatique qu'on y verse, pour s'en précipiter tout-à-coup, comme nous l'avons dit. On le retrouve jusque dans les fumiers humides et arrosés par les urines des bestiaux, ainsi que dans les eaux qui s'écoulent des écuries : ces eaux mêmes en sont quelquefois si abondamment fournies et si voisines d'en être saturées, qu'on pourroit les recueillir avec profit, et en précipiter, par l'acide muriatique, l'acide benzoïque concret pour les usages pharmaceutiques ; il n'y auroit plus qu'à lui enlever l'odeur qu'il retient, et qui, quoique non désagréable, n'est cependant pas celle qu'on recherche dans les fleurs de benjoin. Scheele a trouvé cet acide dans l'urine des enfans : ainsi l'on peut dire que, dans son premier âge, l'homme rend une urine qui ressemble à celle des quadrupèdes herbivores, soit parce qu'elle est privée d'acide phosphorique, soit parce qu'elle contient, comme celle-ci, de l'acide benzoïque ; mais elle en diffère d'ailleurs, parce qu'on n'y trouve point cet acide à l'état de benzoate de soude, et parce qu'elle n'offre pas de carbonate de chaux.

2°. Le précipité blanc ou jaunâtre qui accompagne

si souvent l'urine de cheval au moment où elle sort de la vessie, ou qui la trouble si promptement après qu'elle a été rendue; ce précipité qui a fait comparer l'urine de l'homme à celle du cheval dans quelques maladies, et qui a fait désigner la première par les médecins sous le nom d'urine jumenteuse (*urina jumentosa*), est manifestement dû au carbonate de chaux, ou à de la craie colorée par une légère quantité de substance animale. Sa précipitation est opérée par le dégagement de l'acide carbonique qui rendoit cette craie dissoluble. Ici l'analyse chimique, en apprenant que les concrétions calculeuses des reins et de la vessie du cheval sont formées par le même sel (1) que le dépôt spontané de son urine, le carbonate de chaux, et qu'elles sont dues à sa précipitation trop prompte sur un noyau quelconque, fournit pour l'art vétérinaire une induction utile, qu'elle n'a point encore permise à la médecine humaine : elle annonce un procédé certain pour dissoudre dans la vessie les pierres du cheval, au moyen de l'eau chargée d'acide carbonique, ou même de l'acide acéteux affoibli, injecté dans cet organe; tandis que le calcul vésical humain, composé par un acide concret, indissoluble dans les acides, dans l'eau, et même dans les alcalis caustiques concentrés, tant qu'il conserve sa solidité et l'adhérence presque spathique de ses molécules, rend difficile la recherche d'un lithontriptique.

---

(1) Voyez l'*Encyclopédie méthodique* et le *Dictionnaire de chimie*, article *Calculs*.

3°. Ce n'est pas un fait moins remarquable que l'absence totale de l'acide phosphorique et de ses combinaisons salines dans l'urine de cheval, tandis que cet acide et les phosphates de chaux, de soude et d'ammoniaque, sont si abondans chez l'homme, dont l'urine est quelquefois une dissolution presque saturée de ces sels.

Nous remarquerons ici en passant que le phosphate de chaux que l'urine humaine entraîne, et qui paroît être le superflu de celui qui ne peut servir à la nourriture de l'organe osseux, y est contenu à l'état de phosphate acidule de chaux, dont nous avons fait connoître les propriétés dans un autre mémoire; et que c'est pour cela qu'il se précipite au moment de la formation spontanée de l'ammoniaque, à laquelle cette liqueur est si disposée, ou bien par l'addition immédiate de l'ammoniaque, de l'eau de chaux, des lessives alcalines, au moment où l'urine sort de la vessie.

D'où peut provenir cette privation absolue d'acide et de sels phosphoriques dans l'urine de cheval et des quadrupèdes herbivores? La chimie peut-elle expliquer la cause de ce singulier effet? Nous le pensons, et nous allons essayer de le faire.

4°. En examinant les déjections du cheval, l'analyse de leur cendre, après nous avoir donné quelques centièmes de sulfate de potasse, de muriate de potasse, et de carbonate de potasse, nous a fourni, pour résidu insoluble dans l'eau, presque point de craie ou carbonate de chaux, et sensiblement plus de phosphate de chaux que les matières végétales dont se nourrit ce quadrupède

n'en contiennent naturellement. Il nous paroît qu'une partie de la chaux contenue dans les plantes qui forment l'aliment du cheval, est convertie en phosphate de chaux dans ses intestins, à l'aide des sucs qui s'y rencontrent. C'est à la grande quantité de ce sel insoluble qu'il faut attribuer les concrétions intestinales si volumineuses que l'on trouve souvent dans le cheval, quoique l'analyse de deux de ces calculs y ait déja prouvé le phosphate de magnésie et le phosphate d'ammoniaque, sans le phosphate de chaux (1). Ce sel ne passe pas tout entier dans le torrent de la circulation, puisqu'une portion fait partie de leurs excrémens ; et cependant il en faut pour nourrir les os. Mais la plus grande partie de la chaux paroît être convertie en carbonate de chaux dans le canal intestinal, et l'on ne sera pas embarrassé de concevoir comment cette craie est rendue dissoluble dans les humeurs, si l'on calcule l'énorme quantité de matière végétale humide qui éprouve un commencement de fermentation et de décomposition dans l'organe de la digestion du cheval. Voilà des phénomènes qui expliquent la présence de la craie dans l'urine de ce quadrupède, ainsi que l'impossibilité de la présence de l'acide phosphorique libre dans cette humeur ; mais ils ne suffisent point encore pour y faire concevoir la raison de l'absence du phosphate de chaux.

5°. En effet, quoique l'on trouve beaucoup de ce sel

(1) Voyez le *Dictionnaire encyclopédique de chimie*, article *Calculs*, et le nº 68 des *Annales de chimie*.

dans les excrémens du cheval, on ne peut douter, comme nous l'avons dit, qu'il n'en passe une certaine quantité dans le sang, puisqu'il en faut pour la nourriture des os. Cela étant, comment n'en retrouve-t-on pas dans les urines ? Suffira-t-il de dire que, dès qu'elles sont chargées de carbonate de chaux et de benzoate de soude, elles ne peuvent charier ce sel si peu soluble, qui n'est entraîné dans l'urine humaine qu'à l'aide d'un excès d'acide phosphorique ? Cette explication, qui ne paroîtroit que vraisemblable si elle étoit présentée ainsi seule et sans preuves auxiliaires, deviendra pour les physiologistes un phénomène constant, un fait certain, lorsque nous l'aurons environnée et appuyée de la découverte de l'émonctoire par lequel le phosphate de chaux superflu de la nutrition osseuse s'écoule et est porté au dehors de l'animal. L'analyse de la corne, de l'humeur transpiratoire, et sur-tout des poils du cheval, va nous fournir la dernière solution de ce problême.

6°. Cent parties de corne ou d'ongle du cheval donnent près de 0.04 de résidu, après la combustion complète. Cette cendre, difficile à obtenir, ne fait que très-peu d'effervescence avec les acides; elle s'y dissout complétement, n'est précipitée qu'en partie par l'ammoniaque, présente enfin toutes les propriétés du phosphate de chaux. Les poils du cheval donnent encore une beaucoup plus grande quantité de cendre, puisque nous en avons obtenu 0.12; et cette cendre est encore du phosphate de chaux, plus pur que celui que l'on retire de la corne. Aucune matière animale, après les os,

ne contient autant de ce sel que les poils : on sait que, croissant sans cesse, se desséchant, tombant, repoussant tous les ans, ils forment ainsi une sorte d'enveloppe, dont l'épaississement et le renouvellement perpétuel doivent offrir un émonctoire très-actif et très-abondant. C'est cet émonctoire cutané général que nous croyons propre à remplacer celui des reins et de la vessie dans tous les animaux couverts de poils, et voilà pourquoi cette liqueur saline ne contient ni acide phosphorique, ni phosphate de chaux, dans ces animaux. De plus, l'humeur de la transpiration, qui couvre quelquefois la peau du cheval sous la forme d'une écume blanche et fine, qui s'y dessèche en petites écailles blanches ou grises qu'on enlève par l'effet de l'étrille et des brosses, nous a présenté dans ce dernier état les caractères du phosphate de chaux mêlé de matière animale. Ainsi la peau est, dans les quadrupèdes, le couloir général et toujours ouvert de ce sel, qui, lorsqu'il est retenu dans l'intérieur du corps, occasionne des dérangemens et des maux plus ou moins graves. La grande surface, l'action non interrompue de ce vaste émonctoire, dont les poils sont le prolongement, et en quelque sorte le dernier aboutissant, donnent à ce large organe, sur les conduits étroits et sur les canaux resserrés des reins, un avantage qui pourroit servir à expliquer pourquoi ces animaux ne sont pas, à beaucoup près, si sujets que l'homme aux maladies des os et des articulations.

Nous devons nous arrêter ici : car, en voulant prouver

ce qu'on a lieu d'attendre des résultats de la chimie pour la physique des animaux, il ne faut pas aller plus loin que ne le permet la lumière de l'analyse; il ne faut pas sur-tout substituer des conjectures, même probables ou ingénieuses, aux faits qui nous manquent encore.

PREMIER MÉMOIRE

Sur quelques anomalies dans le jeu des affinités, et particulièrement de celles qui ont lieu à raison des changemens de température et du déplacement du calorique,

Par le citoyen GUYTON.

Lu le 16 germinal an 6.

On a donné le nom d'*anomalies* à des phénomènes qui, paroissant appartenir à un ordre de causes connues, s'écartent visiblement des effets que nous sommes accoutumés à les voir produire ; soit que nous soyons trompés par une fausse analogie, par des apparences qui nous font soupçonner ces causes agissantes où elles n'existent pas ; soit que (ce qui est plus ordinaire) le résultat de leur action soit modifié par des forces étrangères, dont nous ne tenons pas compte, dont nous n'avons pas même quelquefois la première idée.

Ainsi l'on voit chaque jour en chimie se répéter les preuves de cette vérité, que ce que nous nommons *anomalie* n'est que le premier jet d'une lumière nouvelle qui nous découvre un pays inconnu, et la route à suivre pour en faire la conquête.

Dès que l'on fut en possession d'un certain nombre de faits qui prouvoient irrésistiblement une attraction

élective, la tendance inégale de deux corps à l'union avec un troisième, et sur-tout le déplacement de l'un par l'autre, il étoit tout simple que l'on crût avoir saisi une loi générale. On fut bien étonné quand on vit qu'un changement de température opéroit un déplacement inverse; et cet étonnement fut la première leçon qui nous apprit à distinguer les affinités par la voie humide, et les affinités par la voie sèche.

Une décomposition annoncée par nos tables, qui ne fut pas rendue sensible par le précipité qui l'accompagne nécessairement, nous révéla la connoissance des sels triples, des surcompositions, des affinités par excès.

Ce fut un plus grand sujet d'étonnement encore quand le dernier résultat d'une analyse exacte ne nous montra que des élémens très-facilement solubles dans la plupart de nos acides, et qui avoient cependant résisté à la plus grande intensité de leur action : nous apprîmes pour lors à faire état de la force d'agrégation, comme pouvant faire équilibre à la force de combinaison; et l'on trouva les moyens de rompre la première pour rendre la seconde efficace.

Ces exemples, qu'il me seroit facile de multiplier, prouvent assez que c'est toujours l'absence de l'effet attendu d'après les connoissances actuelles, qui nous met sur la voie d'en reculer les bornes. Saisissons donc les anomalies pour en faire le sujet de nos recherches les plus opiniâtres.

La doctrine des affinités en présente en ce moment

trois qui m'ont paru devoir fixer particulièrement l'attention des chimistes.

La première est la non-combinaison de l'oxigène et de l'azote dans l'état d'expansion où ils coexistent dans l'atmosphère ; tandis qu'en général la chaleur qui désagrége favorise les combinaisons.

La seconde est l'échange de bases entre le sulfate de magnésie et le muriate de soude, qui n'a lieu qu'à une température au-dessous de la glace, c'est-à-dire, dans une condition directement opposée à celle que nous connoissons la plus propre à mettre en jeu les affinités. C'est à M. Gren que l'on doit d'avoir rappelé l'attention des chimistes sur ce phénomène, observé par Scheele dès 1785, et l'on verra que j'en ai acquis la preuve par des expériences directes.

La troisième est celle où nous voyons rompre l'union de deux corps qui ont entre eux la plus grande affinité, par l'affinité éventuelle d'une quatrième substance avec le composé qui n'est pas encore formé, ainsi qu'on l'observe dans la désoxigénation du carbone par le phosphore ; tandis que dans toute autre circonstance le phosphore est désoxigéné par le carbone.

Je ne me flatte pas de faire rentrer ces anomalies dans l'ordre des lois connues, ni de démontrer les causes particulières dont elles dépendent ; mais j'essaierai d'en déterminer les circonstances, j'examinerai les explications que l'on en peut déduire avec quelque probabilité, et j'espère que ce travail pourra servir à en préparer la solution.

PREMIÈRE PARTIE.

Anomalie de la non-combinaison de l'oxigène et de l'azote dans l'atmosphère.

On se rappelle l'époque de notre révolution où le sort de la liberté sembloit dépendre d'une production presque subite d'une immense quantité de salpêtre ; on connoît les heureux résultats des conférences tenues à ce sujet par les savans appelés par l'un des membres du comité qui étoit alors le gouvernement (le citoyen Prieur, de la Côte d'Or) : on imagine bien que, plus occupés en ce moment du salut de la République que de spéculations de théorie, ils portèrent toute leur application à tirer, des vérités qui leur étoient familières, les procédés à introduire dans les ateliers pour porter la fabrication au niveau des besoins ; il étoit difficile cependant qu'après avoir satisfait à cette obligation, leur esprit de recherche ne s'exerçât pas quelquefois sur les moyens de hâter le travail de la nature dans la génération du nitre, dont le premier rudiment est la combinaison de l'oxigène et de l'azote, ou, dans d'autres termes, la combustion de l'azote.

Ce fut à la suite d'une de ces conférences, que l'on résolut de tenter la voie de la compression pour accélérer cette combustion que la nature opère si lentement

dans la nitrification des terres; et notre collègue, le citoyen Monge, se chargea de l'exécution (1).

L'expérience étoit établie sur ces bases bien connues :

Que l'air atmosphérique recèle tous les matériaux nécessaires à la production de l'acide nitrique :

Que c'est bien moins la différence des proportions de composition, que l'état gazeux, qui fait obstacle à la combinaison :

Que cette combinaison s'opère insensiblement dans les couches des nitrières naturelles ou artificielles par le dégagement successif de l'azote, produit de la décomposition putride, et qui se trouve enchaîné par son affinité avec l'oxigène, avant d'avoir recouvré l'état gazeux :

Que la possibilité de produire instantanément cette combinaison par les deux gaz, étoit démontrée par les expériences de Cavendish et de Van-Marum, au moyen des décharges électriques, soit dans un mélange formé exprès avec plus d'oxigène, soit même dans l'air commun, et par l'observation de notre collègue Lefévre-Gineau, de la conversion en acide nitrique de la portion de gaz azote que recéloit accidentellement le gaz oxigène employé à la composition de l'eau; conversion que l'on ne pouvoit attribuer qu'à la très-grande élévation de température, occasionnée par la combustion de l'hydrogène :

Enfin, que le complément des forces de combinaison pouvoit résulter d'une affinité du genre de celles qui forment le troisième cas d'anomalie que j'ai annoncé,

(1) Arrêté du 5 vendémiaire an 2.

c'est-à-dire, de la présence d'un troisième corps prêt à fixer le nouveau composé, ou à lui servir de base.

Pour réaliser ces vues, le citoyen Monge fit construire tout simplement un tube de verre un peu fort, d'environ trois mètres de longueur, portant à son extrémité inférieure une boule à tige recourbée, à peu près comme celle du thermomètre d'Amontons, ou comme celle que j'ai décrite dans l'*Encyclopédie*, en parlant du diostatimètre, ou instrument propre à mesurer la dilatabilité des gaz.

La boule et le tube (qui avoient été solidement fixés sur une planche) furent d'abord remplis de mercure; on y introduisit ensuite un mélange d'air commun et de gaz oxigène, dans des proportions combinées pour qu'il s'y trouvât 87 d'oxigène pour 13 d'azote, ce qui est le rapport indiqué par les expériences les plus exactes; on y fit passer aussi un peu de dissolution de potasse, pour mettre en jeu l'affinité éventuelle, et se rapprocher ainsi des conditions dans lesquelles la nature opère spontanément; enfin ces fluides furent portés jusque dans la boule, le mélange gazeux occupant encore les deux branches ascendante et descendante de la courbure, de sorte que le mercure, qui remplissoit tout le reste du tube, ne pouvoit que comprimer le fluide gazeux sans le déplacer.

On voit aisément que ce fluide se trouvoit ainsi sous une pression d'à peu près quatre fois le poids de l'atmosphère.

Plusieurs mois s'écoulèrent sans que l'on pût appercevoir la moindre trace de la diminution de volume qui

devoit être le résultat de la combinaison. Cependant j'ai ouï dire long-temps après au citoyen Monge qu'il avoit remarqué un peu d'absorption, mais si foible, qu'elle ne laissoit pas espérer un produit assez sensible pour en tirer quelque conséquence. Je ne sache pas que cette expérience ait eu d'autres suites (1).

Convaincu, par les premiers résultats de cette tentative, que les moyens n'étoient pas suffisans pour atteindre le but, je cherchai un appareil qui pût servir à les augmenter presque à volonté, sans grands frais, approprié à l'objet, et exempt des inconvéniens que présentent les machines à piston. Je l'établis sur les mêmes bases, et principalement sur la considération, sinon évidente, du moins très-probable, que les décharges électriques de Cavendish et Van-Marum, ainsi que la haute température du globe du citoyen Lefévre-Gineau, n'opèrent que comme une forte percussion, et ne produisent réellement qu'une expression de chaleur.

Le projet fut examiné, discuté, amendé, et présenté au comité de salut public, qui, par son arrêté du 24 nivose an 3, ordonna qu'il seroit exécuté à l'atelier de perfectionnement. Je n'ai pas besoin de dire qu'il devint dès-lors la propriété commune de tous ceux qui s'en étoient occupés. C'est au citoyen Prieur que l'on doit l'idée de la construction du robinet qui forme une des pièces principales de cet appareil.

Il y a eu un assez grand travail de fait pour sa cons-

---

(1) J'ai su depuis que l'appareil étoit encore chez le citoyen Monge.

truction ; on devine aisément les circonstances qui en ont retardé l'achèvement. Il en est une dont je ferai mention, parce qu'on seroit moins disposé à la soupçonner : c'est l'ambition, très-louable dans son principe, des artistes, de faire mieux qu'on ne leur demande, et de vouloir mettre à une machine d'essai la même précision, le même fini, qu'à une machine dont le plan est arrêté d'après des expériences décisives, et pour laquelle il n'y a plus à chercher que la supériorité de l'exécution ; d'où il arrive souvent que les probabilités de succès sont sacrifiées à la crainte d'une dépense trop disproportionnée.

Les pièces préparées pour cet appareil ayant été déposées au conservatoire des arts, j'ai cru devoir appeler l'attention du Directoire exécutif sur leur destination, et sur les applications importantes et multipliées auxquelles donneroit lieu le premier effet que l'on pourroit obtenir d'une machine projetée pour fixer l'azote, et tirer de l'atmosphère même les principes des compositions dont nous faisons un usage habituel. Il a donné des ordres pour qu'on lui rendît compte de l'état où se trouvoit cette construction, et de ce qui restoit à faire pour la terminer.

Le citoyen Mollard, l'un des conservateurs, a fait inutilement la recherche du mémoire qui étoit joint au plan de la machine, et qui contenoit l'explication des figures : il m'a invité d'y suppléer, et je profite de cette occasion pour le mettre sous les yeux de la classe.

Le problême dont il me paroît donner la solution,

peut être réduit à ces termes : *Construire un appareil dans lequel, avec une quantité de 14 à 15 kilogrammes* (28 à 30 livres) *de mercure, on puisse tenir un volume donné d'air commun sous une pression continue de neuf à dix fois le poids de l'atmosphère, et qui se prête à l'augmentation de cette pression jusqu'au point où le métal cessera d'en supporter l'effort, en ajoutant seulement 4 kilogrammes de mercure pour chaque prolongement du tube de 76 centimètres.*

A l'inspection du plan, le jeu de la machine est aisé à comprendre.

Le grand tube en fer, de 680 centimètres de longueur (environ 21 pieds) sur 16 millimètres (7 lignes) de diamètre, donne, avec le coude communiquant à la caisse D, une capacité de 872 centimètres cubes, qui exigeroient pour la remplir environ 13 kilogrammes de mercure; et ajoutant la tranche qui doit garnir constamment le fond de la grande caisse D, de 3 centimètres de hauteur, on seroit forcé d'employer à peu près 24 kilogrammes de mercure.

Mais la tringle de fer (*fig.* 5) qui est destinée à occuper au moins moitié du grand tube perpendiculaire, réduit cette capacité à 475 centimètres cubes, et tient lieu par conséquent de 5 à 6 kilogrammes de mercure, sans qu'il y ait à craindre que l'espace ne soit pas suffisant pour laisser le fluide métallique opérer librement la pression sur l'aire inférieure de la colonne.

Ayant donc mis d'abord dans la petite caisse les substances alcalines ou terreuses, destinées à servir d'exci-

pient au nouveau composé, ou plutôt à compléter la somme des forces qui doivent opérer cette composition ; la caisse D étant d'ailleurs remplie, soit du mélange des deux gaz, soit même d'air atmosphérique, les robinets H et *f* étant fermés, on verse le mercure dans le grand tube AB.

Il est évident qu'il entre dans la caisse cylindrique, et que la colonne s'abaisse dans le grand tube, jusqu'à ce que la résistance des 80000 centimètres cubes de gaz renfermé dans la partie supérieure de cette caisse, ensuite dans le cylindre F, lui fasse équilibre.

Ce ne seroit donc qu'en ajoutant toujours de nouvelles quantités de mercure dans le grand tube, que l'on obtiendroit toute la pression que peut donner sa hauteur ; mais cet appareil est construit pour y suppléer par de l'eau, au moyen des robinets G et H.

Le tuyau I *i* ayant été rempli d'eau, on ouvre d'abord le robinet G, et une portion de mercure descend immédiatement dans le petit tuyau horizontal. Ce robinet refermé, on ouvre le robinet H, qui, au moyen de sa construction, détermine la portion de mercure contenue dans le tuyau horizontal à sortir de l'appareil, tandis qu'il est remplacé par l'eau de la branche I.

L'eau entrée de G en H (et que le robinet H y tient renfermée), est à son tour déplacée par le mercure et forcée d'entrer dans la caisse D, dès qu'on ouvre le robinet G.

En répétant l'opération, on parviendra donc, avec la petite quantité assignée de mercure, à réduire la

masse de fluide aériforme qui remplissoit d'abord la caisse D et le petit cylindre F, à une pression telle qu'elle fasse équilibre à une colonne de mercure neuf fois plus grande que celle du baromètre.

En prolongeant encore le grand tube, et ajoutant seulement, comme je l'ai dit, 4 kilogrammes de mercure par 76 centimètres de prolongement, cette pression n'auroit de limites qu'au point où les parois des caisses métalliques ne seroient plus en puissance de lui résister.

Il est bien certain que l'on n'a encore aucune idée de l'effet d'une pression ainsi graduée, entretenue tout le temps que l'on jugera à propos sur des gaz mis en contact avec les matières qui, dans un grand nombre de circonstances, paroissent concourir efficacement à rompre leur composition actuelle pour les faire entrer dans une nouvelle combinaison.

C'est moins, comme l'on voit, une explication de l'anomalie, que je présente, que des moyens d'interroger la nature par des expériences qui puissent découvrir les lois qu'elle suit dans cette production. C'est de toutes les routes que l'on peut suivre, celle qui nous conduira le plus sûrement.

EXPLICATION DES FIGURES.

AB (*fig.* 1ere) est une colonne de fer ou tuyau de 680 centimètres (environ 21 pieds) de hauteur.

Ce tuyau peut être formé de six canons de fusil de 115 centimètres de longueur,

Ces canons seront assemblés, savoir, les deux petits bouts en *a a a* par une douelle ajustée et brasée à soudure forte; les gros bouts *b b b*, par une culasse double, dont les filets seront interrompus par un carré donnant facilité pour serrer les vis et formant embase à recevoir un cuir de chaque côté, afin de fermer exactement.

Cette culasse sera percée d'un trou de 7 millimètres de diamètre dans toute sa longueur.

La *figure* 3 en donne la coupe sur une plus grande échelle.

D (*fig.* 1ere) est un tuyau de fonte d'un mètre de hauteur, de 33 centimètres de diamètre intérieur, de 18 millimètres d'épaisseur.

Ce tuyau se termine en bas par la boîte de fer cylindrique C, communiquant par le côté au grand tuyau B A, et rentrée en *b* avec le canon inférieur, par la double culasse forée. Cette boîte s'ajuste en *c c* par des vis passant par des oreillons, au milieu desquels on place une couronne de cuir pour rendre la fermeture exacte.

Cette boîte cylindrique C est percée à son fond, et porte un tuyau de 14 millimètres de diamètre, de 5 décimètres de longueur, entre G et H, se relevant au-delà en équerre, et se prolongeant de 12 à 15 décimètres de hauteur.

En G et H sont deux robinets, tous les deux de fer, bien ajustés.

Le premier, en G, est un robinet ordinaire, dont la clef est percée d'un trou de 10 à 12 millimètres de diamètre.

Le robinet H doit avoir sa clef percée de deux trous qui ne se communiquent pas, et opèrent simultanément communication d'une des parties du tuyau à l'autre, et évacuation de la matière contenue dans celle-ci.

La *figure* 4 donne la coupe de ce robinet de grandeur naturelle, où l'on voit le trou de communication ordinaire *h*, et le trou d'évacuation *i i*. K est une vis portant cuir à son embase pour fermer à volonté cette ouverture du robinet.

La partie I *i* (*fig.* 1ere) peut être d'un calibre plus gros, et elle peut être exécutée en fer blanc, ainsi que l'entonnoir qui la termine.

Le grand tuyau A B est aussi terminé en haut par un entonnoir, pour y introduire commodément et sans perte les fluides; mais celui-ci doit être de fer.

Le tuyau D (*fig.* 1ere) est terminé, en haut comme en bas, par une boîte de fer cylindrique, ajustée de la même manière en *dd*, et portant à son fond un tuyau de communication E avec une autre portion de tuyau F, dont la capacité n'est que du vingtième de celle du tuyau D.

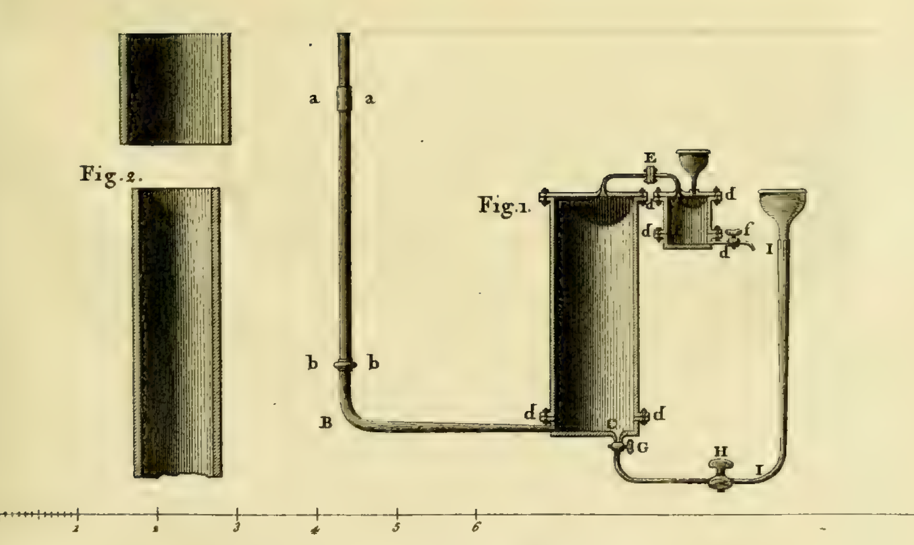
Cette portion du tuyau, ou plutôt cette boîte de fer F, de 16 centimètres de diamètre et 22 de hauteur, porte à son fond un robinet *f* de laiton ajusté comme à l'ordinaire.

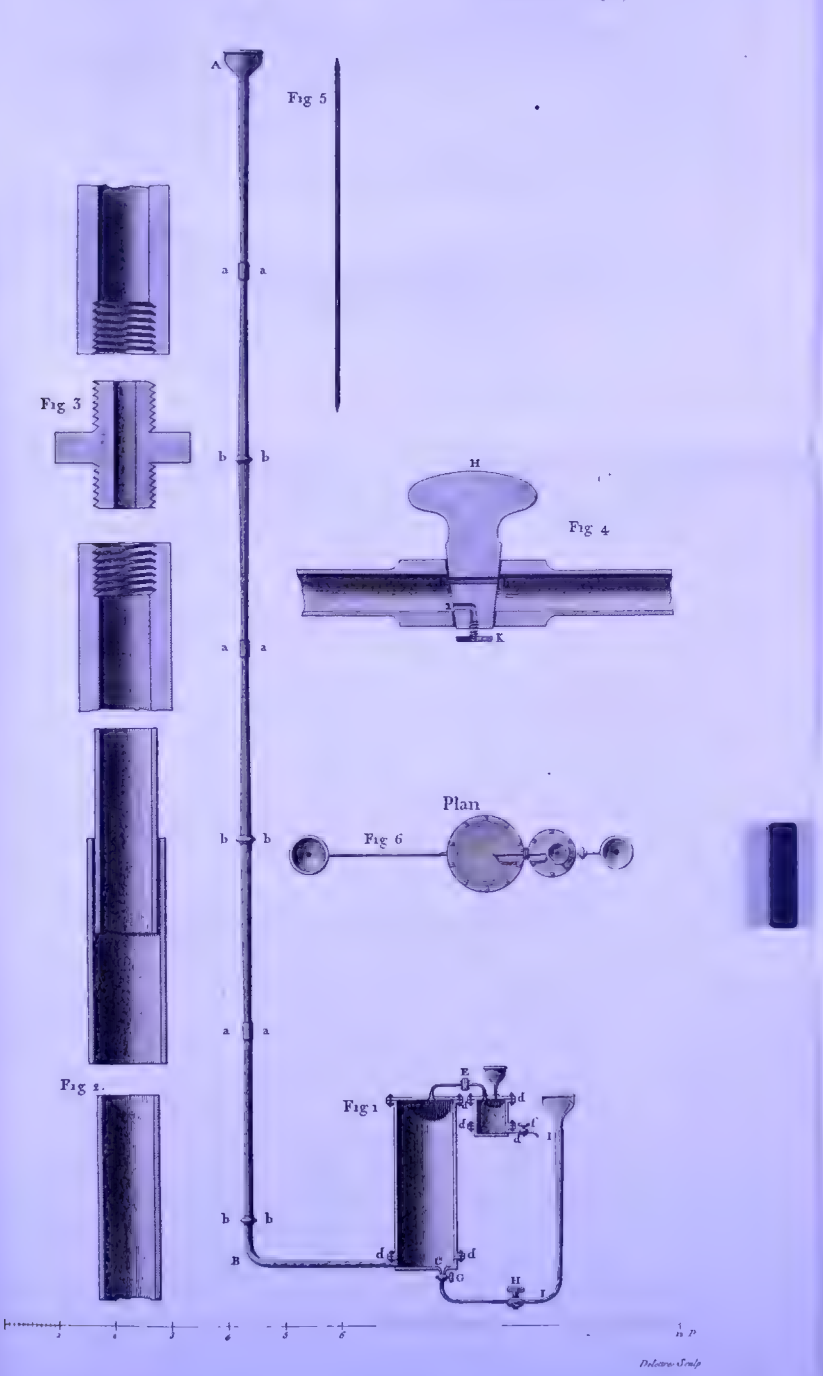
Cette boîte s'adapte, comme il a été dit précédemment, par des vis, au couvercle qui porte le tuyau E au moyen des rebords *dd*.

La *figure* 2 représente les bouts des canons réunis par une virole extérieure posée à soudure forte.

La *figure* 5 est une tringle de fer carrée, terminée en biseau par les deux bouts, de la longueur de deux canons, qui doit y entrer et se loger sans gêne entre les deux doubles culasses.

La *figure* 6 donne le plan à vue d'oiseau de tout l'appareil monté.


Fig. 2.
Fig. 1.
a
a
b
b
B
E
d
f
I
C
G
H
2
3
4
5
6
12 P.
Delettre Sculp



Delettre Sculp

OBSERVATIONS

Sur la sublimation du mercure dans la partie vide des tubes de baromètre, produite par les rayons du soleil;

EXPÉRIENCES

Faites en 1775 et 1776 (vieux style), et dans les années 1 et 2 de la République,

Par le citoyen Charles Messier.

Lu le 16 messidor an 5.

On lit dans le volume de l'*Académie des sciences*, année 1754, page 30 de l'histoire, que M. de Fourcroy de Ramécourt, alors correspondant de l'Académie, et depuis associé libre, avoit observé à un baromètre simple placé depuis plus de deux ans sur une cheminée, que la partie vide du tube au-dessus de la colonne contenoit des globules de mercure qui tenoient aux parois du verre : sans y donner beaucoup d'attention, il se contenta de les enlever en balançant le mercure dans le tube; quelques mois après, ces globules reparurent. Y ayant fait plus d'attention, et voulant connoître le temps qu'ils mettoient à se former, il les fit disparoître de nouveau; au bout de deux jours, il en apperçut déja une trentaine, mais si petits, qu'il soupçonna qu'ils

pouvoient avoir été retenus par quelques inégalités du verre en les détachant. Il les enleva encore une fois par le balancement de la colonne : deux jours ne s'étoient pas encore écoulés, que les globules reparurent si petits, qu'à peine on pouvoit en voir dix ou douze à la vue simple ; à la loupe il en paroissoit plus de trente ; les plus gros étoient près du sommet du tube. Cinq jours après ils étoient considérablement augmentés et grossis ; il y en avoit alors plus de quarante : au bout de neuf jours la plupart de ces globules avoient pris un accroissement très-sensible.

On ne peut guère attribuer cette singulière sublimation, dit M. de Fourcroy, à la chaleur du cabinet où étoit placé le baromètre. A côté étoit un thermomètre de Réaumur, dont la variation ne fut que depuis six degrés jusqu'à quatorze de chaleur. Cette sublimation ne pouvoit pas être non plus attribuée à la chaleur du cabinet ; on y avoit très-rarement fait du feu pendant une absence de tout un hiver, et à son retour M. de Fourcroy trouva plus de soixante globules attachés au tube.

En rapportant ces faits, M. de Fourcroy ne parle point de la cause de cette sublimation du mercure dans la partie vide du baromètre.

J'avois souvent remarqué à mon baromètre, comme M. de Fourcroy au sien, ces particules de mercure dans la partie vide au-dessus de la colonne : j'ai consigné ce fait dans mes observations météorologiques, qui remontent à l'année 1763. Je soupçonnai dans la suite que la cause

étoit dans la chaleur produite par les rayons du soleil: mon baromètre étant placé près de ma croisée en dedans de la chambre, les recevoit le matin pendant quelques heures à travers la vitre; cet obstacle diminuoit les effets de la progression des globules, et il y en avoit peu, de manière que j'y faisois alors peu d'attention: mais depuis ayant vu l'observation de M. de Fourcroy, et l'ayant rapprochée de ce que j'avois remarqué comme lui, je me décidai à examiner si cela venoit des rayons du soleil; en conséquence je disposai quatre baromètres, dont un étoit de Ramsden, appartenant à M. Lavoisier; les diamètres de la colonne de mercure intérieurement étoient différens, ainsi que ce qui restoit de vide au dessus des 28 pouces de la colonne de mercure.

Voici la table des mesures de chacun de ces quatre baromètres employés aux expériences suivantes.

Numéros des baromètres	Diamètre des tubes.	Diamètre des colonnes.	Vides au-dessus de 28 pouc.	Baromètre des auteurs.
1	5 lignes $\frac{1}{2}$	4 lignes $\frac{1}{2}$	4 pouces.	Mon baromètre ordinaire.
2	3 lignes..	2 lignes $\frac{1}{2}$	4 pouces $\frac{1}{2}$	Baromètre de feu M. de l'Isle.
3	3 lignes..	2 lignes $\frac{1}{2}$	2 pouces $\frac{1}{4}$	Baromètre de Ramsden.
4	2 lignes $\frac{1}{2}$	2 lignes..	3 pouces.	Barom. recourbé de M. de Luc.

Je plaçai les trois baromètres nos 1, 2 et 4, en dehors de ma croisée, tous trois sur une même ligne, recevant le soleil une grande partie de la matinée jusqu'à midi.

Les baromètres étant dans cette position le 9 novembre 1775 dès les dix heures du matin, les rayons du soleil avoient déja excité la sublimation du mercure assez sensiblement; les parties vides des tubes au-dessus des colonnes étoient tapissées de ces globules : à un pouce de distance au-dessus de la surface, ils étoient attachés au verre et séparés, diminuant de grosseur en s'éloignant. Les trois baromètres, suivant leurs diamètres, présentoient des effets différens : le n° 2 en étoit plus garni que le n° 1 ; les globules de mercure y étoient en plus grand nombre et plus serrés ; ils montoient à 9 lignes $\frac{1}{2}$ au-dessus de la surface ; ces globules étoient applatis contre les parois du tube, et présentoient une apparence de convexité en dedans ; ils étoient moitié plus petits qu'au gros baromètre n° 1. Le baromètre n° 4 étoit également tapissé de ces globules : comme le diamètre de la colonne étoit plus petit qu'aux deux autres, les globules étoient d'une petitesse extrême, se touchant presque, et le nombre en étoit considérable. Je reconnus par cette première expérience que c'étoient les rayons du soleil qui produisoient cette sublimation du mercure. Je continuai ces observations les jours suivans, après avoir balancé la colonne de mercure pour entraîner les globules attachés aux parois, et pour être assuré qu'il n'en restoit plus : j'employois une loupe assez forte.

Le 19 novembre, le ciel étant très-beau, à midi et demi le baromètre marquoit 28 pouces 3 lignes $\frac{1}{2}$, le thermomètre au nord un degré $\frac{1}{2}$ au-dessous de la

glace : le baromètre nº 4, au soleil, présenta une dizaine de globules d'une petitesse extrême. Le 22, une plus grande quantité difficile à appercevoir : le baromètre, à midi et demi, marquoit 28 pouces 4 lignes, et le thermomètre, à l'ombre, un degré $\frac{1}{2}$ au-dessus de la glace; le ciel étoit très-beau; il y avoit eu un peu de brouillard dans la matinée.

Le 7 mars 1776, les trois baromètres furent mis dans la chambre : le nº 4 étoit placé de manière qu'il recevoit pendant quelques heures les rayons du soleil passant à travers la vitre ; ce qui fut suffisant pour produire des globules, plus vers la surface de la colonne que dans la partie plus élevée. Les deux autres baromètres ne présentoient rien, étant placés de manière que le soleil ne pouvoit les atteindre; ce qui me confirma encore dans l'idée que c'étoit l'effet des rayons du soleil sur ces instrumens qui produisoit la sublimation du mercure.

Le 10 mars, le soleil ayant donné foiblement sur le baromètre nº 2 à travers la croisée, lequel présenta, comme le nº 4, des globules, je remis ces instrumens en dehors de ma croisée : je les observai par un beau temps, le soleil donnant sur chacun d'eux, et j'eus bientôt des preuves certaines que c'étoit par les rayons du soleil que s'effectuoit la sublimation du mercure ; aussitôt qu'ils furent placés, les globules s'élevèrent et tapissèrent la partie vide des tubes.

Le 18 mars, ayant bien examiné et reconnu que le gros baromètre nº 1 ne contenoit aucune partie de mercure dans la partie vide, je l'exposai aux rayons du

soleil dès les neuf heures du matin; à midi, il y avoit déja une sublimation d'une très-grande quantité de petits globules ; ils étoient plus abondans près de la surface du mercure que dans la partie plus élevée : cette expérience me parut décisive. J'en fis encore d'autres, non seulement sur ce gros baromètre n° 1, mais sur les deux autres, n°s 2 et 4, et sur le quatrième, n° 3, qui est celui de Ramsden, duquel j'ai déja parlé. Ce même jour 18 mars, le ciel fut beau toute la journée; à midi le baromètre étoit à 28 pouces 3 lignes $\frac{1}{2}$, et le thermomètre, à l'ombre, à 10 degrés $\frac{1}{2}$ au-dessus du terme de la glace.

Le 21, vers les huit heures du matin, je plaçai le baromètre de Ramsden en dehors de la croisée, où le soleil donnoit depuis neuf heures du matin jusqu'à midi; le ciel étoit très-beau, et le soleil donnoit bien sur le baromètre : il y eut, en peu de temps, une prodigieuse quantité de petits globules de mercure, qui, en quittant la surface de la colonne, s'élevoient et s'attachoient au tube; ils étoient d'une petitesse extrême : le baromètre étoit à 28 pouces 4 lignes $\frac{3}{4}$, et le thermomètre, à l'ombre, à 12 degrés à midi.

Le 22, à sept heures du matin, ayant rassemblé les globules des quatre baromètres, et m'étant assuré, au moyen d'une loupe, qu'ils étoient réunis, je les exposai au soleil; le ciel étoit très-beau et sans nuages : à neuf heures et demie du matin les baromètres présentoient déja une sublimation considérable de mercure en petits globules qui s'élevoient à 18 lignes environ au-dessus de la surface de la colonne; le baromètre n° 1, comme le plus

gros, présentoit des globules plus forts que le n° 2; dans celui-ci ils étoient plus considérables que dans le n° 4, et ce n° 4 présentoit les mêmes globules que le n° 3 de Ramsden, l'un et l'autre ayant, à une demi-ligne près, le même diamètre. Ainsi les diamètres différens des tubes donnent des particules de mercure différentes en grosseur et en nombre. Les globules, à la fin de l'expérience, vers midi, étoient élevés, dans la partie vide du baromètre n° 1, à 2 pouces 6 lignes au-dessus de la surface de la colonne; les plus élevés étoient plus petits. Dans le n° 2 ils s'étoient élevés jusqu'à 2 pouces : il y en avoit une bien plus grande quantité; ils étoient plus petits que dans le précédent. Le n° 3 de Ramsden en contenoit une prodigieuse quantité qui s'élevoient jusqu'à 2 pouces. Le n° 4 en étoit tellement tapissé, que deux amas formoient comme une tache obscure; les globules qui s'étoient portés dans le haut, étoient d'une finesse extrême, de manière qu'il falloit employer une loupe assez forte pour les appercevoir : ces globules de mercure me parurent se fixer à la partie du tube qui étoit la première frappée par les rayons du soleil, et il me parut que la partie opposée du tube qui touchoit la planche en avoit beaucoup moins. Le baromètre à midi étoit à 28 pouces 2 lignes $\frac{1}{3}$, et le thermomètre, à l'ombre, à 14 degrés.

Le 23 et le 24, le ciel étant pur, les observations se trouvèrent les mêmes que le 22.

Le 27, à six heures et demie du matin, je balançai les colonnes des trois baromètres n°s 1, 2 et 4, pour

détacher les globules; je couvris d'un papier gris les colonnes de ces trois instrumens, pour connoître si les mêmes effets auroient lieu en les exposant au soleil: je n'avois couvert que la colonne de mercure; la partie vide du tube n'étoit pas couverte: les globules parurent; le n° 1 en avoit un peu moins que le n° 2: le n° 4 en avoit presque autant que les jours précédens, à découvert; le haut du tube en présentoit une prodigieuse quantité, et d'une très-grande finesse. Un thermomètre mis à côté de ces instrumens, également au soleil, marqua 32 degrés; le ciel étoit parfaitement beau: à midi le baromètre marquoit 28 pouces 1 ligne $\frac{3}{4}$, et le thermomètre, à l'ombre, 8 degrés.

Le 28, je continuai les mêmes expériences, et les résultats furent les mêmes.

Le 22 avril, m'étant bien assuré qu'il ne restoit aucun globule de mercure dans les baromètres n°s 2 et 4, je couvris d'un papier gris et double la partie vide des tubes au-dessus de la colonne, pour empêcher l'action directe des rayons du soleil sur le verre même. Je mis ces deux baromètres au soleil, ils y restèrent la matinée du 22 et celle du 23. Le thermomètre au soleil, pendant ces expériences, monta à 30 degrés $\frac{1}{3}$. Le 23, à midi, j'ôtai le papier qui enveloppoit la partie vide des tubes, et je trouvai que la sublimation du mercure n'avoit pas eu lieu; ce qui prouve que ce n'est que la partie vide qui influe sur ce phénomène. Le ciel avoit été parfaitement beau dans ces deux matinées: le baromètre, le 22, à midi, étoit à 28 pouces 4 lignes $\frac{1}{2}$; le thermomètre, à

l'ombre, à 12 degrés : le 23, le baromètre étoit à 28 pouces 1 ligne ½, et le thermomètre à 13 degrés ½.

Le 24, l'expérience fut répétée par un ciel également beau : je trouvai que la partie vide du tube du baromètre nº 2 contenoit quelques particules de mercure, mais très-peu ; le nº 4 n'en avoit point, aussi étoit-il plus couvert et plus abrité par le papier que le nº 2. Le thermomètre placé à côté et au soleil marquoit 34 degrés ; un second, à l'ombre, à midi, 15 degrés ½ : le baromètre étoit à 27 pouces 11 lignes ½.

Je laissai ces deux baromètres, nºs 2 et 4, à ma croisée, aux rayons du soleil, depuis le 25 avril jusqu'au 3 août : je trouvai, au bout de ce temps, que les globules de mercure, qui s'étoient portés en grande quantité dans la partie vide, s'étoient grossis par la réunion de plusieurs ; j'en trouvai de près d'une demi-ligne de diamètre. Dans les nºs 2 et 4 ils étoient moins considérables : ces baromètres étoient sans papier.

Le 3 août, vers six heures du matin, ayant réuni les particules de mercure à la colonne par le balancement, je les remis au soleil ; à midi les parties vides des tubes se trouvèrent, comme précédemment, tapissées de globules en aussi grande quantité. Ainsi les baromètres exposés directement aux rayons du soleil donnent abondamment, et en peu d'heures, une grande sublimation du mercure, qui s'attache au verre en s'élançant de la surface de la colonne sur laquelle l'on voit les globules s'arrondir et prêts à partir. J'ai vu leur départ dans

le baromètre n° 4, en employant une loupe très-forte; ils s'élançoient à une très-grande hauteur pour se fixer au tube : cette espèce d'attraction paroissoit semblable à l'effet de l'aimant sur la limaille de fer.

J'ai voulu voir si le feu d'une cheminée produiroit les mêmes effets que le soleil : en conséquence, j'attachai dans ma cheminée, à la chaleur et à la lueur du feu, le baromètre n° 4, qui s'étoit trouvé le plus susceptible de la sublimation aux rayons du soleil; la chaleur et la lueur du feu n'avoient rien produit après un grand nombre de jours qu'il y étoit resté.

Comme il y avoit dix-huit ans que ces expériences avoient été faites, je les ai répétées au mois d'août 1793 avec le n° 2. Le 26 août, par un ciel parfaitement beau, clair et sans nuages, j'exposai ce baromètre aux rayons du soleil depuis neuf heures du matin jusqu'à midi; à midi je l'examinai avec une forte loupe, et je trouvai que la partie vide du tube, au-dessus de la colonne de mercure, contenoit une prodigieuse quantité de globules qui s'y étoient élevés, et qui occupoient 18 lignes au moins du tube; il y en avoit qui s'étoient portés dans le haut à 4 pouces de distance de la surface de la colonne, laissant un intervalle entre les premiers et ceux qui s'étoient portés à 4 pouces.

Le 28, je répétai l'expérience en couvrant de papier gris la partie vide du tube au-dessus de la colonne; le papier ôté ensuite, je n'y trouvai rien : le thermomètre placé à côté et au soleil monta à 36 degrés.

Je laissai ce baromètre dans cette même position aux rayons du soleil, sans que la partie vide du tube fût couverte, pendant six mois, depuis le 28 août 1793 jusqu'au 28 février 1794. Je trouvai les mêmes résultats que dans les expériences faites du 25 avril au 3 août 1776.

MÉMOIRE

Sur un drap bleu teint en laine et fabriqué avec les toisons du troupeau de race pure d'Espagne établi à Croissy-sur-Seine, département de Seine-et-Oise, en 1786,

Par le citoyen CHANORIER, membre associé.

Lu le 26 floréal an 7.

L'INSTITUT national a écouté avec trop d'intérêt tout ce qui a été relatif à l'amélioration des troupeaux, à cette conquête de l'industrie française sur le commerce de l'Espagne, pour qu'il ne me soit pas permis de venir avec confiance l'entretenir d'un succès digne de fixer ses regards.

Il y a plus de trente ans que le citoyen Daubenton a des troupeaux de laine superfine, et que ses écrits ont appris aux cultivateurs les moyens de marcher sur ses traces. Plusieurs établissemens du même genre se sont élevés : les uns ont conservé la race d'Espagne dans toute sa pureté; d'autres, par des soins et des alliances, ont amélioré les toisons françaises au point de les vendre un prix égal à celles d'Espagne. Enfin on a vu des propriétaires, après six années d'amélioration, avoir des

toisons deux fois plus pesantes, et les vendre trois fois plus cher.

Les laines, soit de race pure, soit de races améliorées, n'étoient employées, dans nos manufactures, qu'aux bonneteries de Ségovie, et à faire des draps de seconde qualité, réputés tels, parce que, disoit-on, ils ne pouvoient être teints en laine.

Deux ans après l'arrivée en France du troupeau de Rambouillet, il en fut envoyé des toisons à une de nos célèbres manufactures, et on y fabriqua une pièce de drap. J'ignore s'il fut teint en laine, ou postérieurement à sa fabrication. Je ne sais s'il fut fabriqué comme drap de première qualité : mais j'ai entendu dire que le manufacturier, en rendant justice à la beauté de la laine, avoit dit qu'il faisoit mieux avec les primes léonaises qui lui arrivoient d'Espagne; et le préjugé a subsisté.

On se demande par quelle fatalité de la laine arrivée sur le dos d'un superbe belier choisi dans les plus beaux troupeaux d'Espagne, ne se trouve pas aussi belle que celle qu'on expédie dans des ballots sous cordes et plombs : et l'on remarque qu'il ne pouvoit être ici question de génération, puisque ces animaux arrivoient en France.

Propriétaire à Croissy-sur-Seine d'un troupeau de pure race d'Espagne depuis 1786, j'ai entrepris de prouver que, loin d'avoir éprouvé une dégénération, la laine s'étoit raffinée, et qu'elle ne le cédoit en rien à celle d'Espagne.

J'avois lu avec le plus grand intérêt tout ce que le

citoyen Daubenton avoit dit dans un mémoire à l'Académie, sur ses expériences avec le micromètre, pour constater les différens degrés de finesse des laines. J'avois vu qu'il avoit fixé le premier terme de la laine au soixantième d'un millimètre (1), mesure linéaire. Je cherchai à me procurer un instrument pareil au sien: mais le citoyen Daubenton ne put m'indiquer le mécanicien qui l'avoit fait; il le croyoit en Angleterre. Mon but étoit d'avoir un micromètre, afin de pouvoir, à l'époque de la monte, choisir sur les cinquante beaux étalons que chaque année je destine à la régénération des troupeaux, les six plus fins pour le mien. Il est un degré de finesse auquel la loupe ne peut plus assigner de préférence; le micromètre seul peut la déterminer. Je m'adressai au citoyen Zougan, opticien, élève et successeur de Passement: je sus par lui qu'il existoit un homme à Paris qui ne pouvoit être surpassé dans ce genre ni en France ni dans l'étranger; je vis le citoyen Richer, connu par beaucoup de travaux, et auquel l'Académie des sciences a décerné un prix en 1792. Il me fit un micromètre qui divisoit les deux millimètres et un quart (2), mesure de surface, en dix mille parties; mais cet instrument étoit trop fin pour l'usage que j'en voulois faire, et le citoyen Richer en établit un pareil à celui du citoyen Daubenton.

Dès cette première année mes beliers ne furent admis aux honneurs de la paternité que lorsque leurs toisons

(1) Cent quarantième d'une ligne. (2) La ligne.

eurent subi l'épreuve du micromètre. Cette première idée m'en donna une seconde : je me suis procuré les plus belles laines qui arrivoient d'Espagne. C'est au citoyen Delon, négociant, qui en fournit la plupart des manufactures de France, que je m'adressai ; il encouragea mes essais. Je lui ai dû une collection d'échantillons des plus belles piles d'Espagne connues sous les noms du *Pollard*, de *Négrette*, de *l'Infantado*, et de beaucoup d'autres : toutes ont été comparées à celles de Rambouillet et de Croissy ; jamais le micromètre ne nous a placés au-dessous de ces premières qualités d'Espagne. C'est alors que j'ai formé le projet de vaincre un préjugé fâcheux : j'ai choisi les plus belles toisons de mon troupeau, et je les ai envoyées dans une célèbre manufacture de France, pour qu'il en fût fabriqué un drap. Ma laine fut reconnue belle ; mais le propriétaire de la manufacture déclara qu'il ne pouvoit la teindre qu'après la fabrication, et que ce seroit du drap de seconde qualité. Je ne pus me déterminer à soumettre les toisons de Croissy à cette humiliation, et je les fis revenir à Paris.

Quelque temps après on les fit voir aux citoyens Leroy et Rouy, propriétaires d'une manufacture à Sedan ; ils les trouvèrent de première qualité, et offrirent d'en fabriquer un beau drap bleu teint en laine de première qualité. Je me décidai à faire faire à ces toisons un second voyage à Sedan.

Les citoyens Leroy et Rouy ont eu le courage estimable de vaincre un préjugé destructeur de l'industrie française. Ils viennent de m'envoyer un superbe drap

teint en laine, et fabriqué avec les toisons du troupeau de Croissy. Les citoyens Leroy et Rouy assurent que ce drap égale ceux que l'on fabrique avec les plus belles laines qui arrivent d'Espagne, et ils me prient d'en faire constater la beauté.

Je ne crois pouvoir mieux honorer le zèle des citoyens Leroy et Rouy qu'en faisant hommage d'un échantillon de ce drap à l'Institut national; d'ailleurs c'est lui offrir le résultat des travaux des citoyens Daubenton et Gilbert, auxquels j'ai dû mes succès.

OBSERVATIONS

Sur la fabrication de l'acétite de cuivre (verd-de-gris, verdet, etc.),

Par J. A. Chaptal.

Lu le 16 ventose an 6.

L'acétite de cuivre est une des préparations du cuivre les plus usitées dans les arts; non seulement la peinture en a fait une de ses principales ressources, mais la teinture l'emploie encore avec beaucoup d'avantage dans plusieurs cas.

Presque tous les oxides de cuivre obtenus par l'action des substances salines sur ce métal, ont une couleur d'un bleu tirant plus ou moins sur le verd. Tous les sels neutres, presque sans exception, corrodent ce métal, ou y déterminent cette oxidation qu'on appelle *verd-de-gris :* il suffit de le mettre en contact avec le cuivre, ou de tremper les lames métalliques dans la dissolution saline, et de les en retirer pour les exposer à l'air et les y laisser sécher.

Les acides qui oxident le cuivre par leur décomposition sur ce métal, produisent un effet semblable à celui des sels neutres : l'oxide est d'un verd tendre et bleuâtre. Il en est dont l'action est si prompte, qu'il suffit d'exposer

le cuivre à leurs vapeurs pendant quelques minutes, pour que la surface soit de suite oxidée : l'acide muriatique oxigéné produit cet effet, de même que les vapeurs d'acide nitrique, même celles d'acide sulfurique.

Un phénomène qui n'échappera pas à l'œil de l'observateur, c'est que les oxides de cuivre obtenus par le feu sont très-différens de ceux que produit la décomposition des acides sur ce même métal : la couleur en est grise, au lieu d'être verte ; et lorsqu'on pousse la calcination à un feu violent pendant long-temps, on peut le concentrer en un oxide rouge couleur de sang. Kunckel a décrit ce phénomène dans son *Laboratoire chimique*.

Les substances salées ne sont pas les seules capables d'oxider le cuivre en verd : toutes les huiles et matières grasses produisent cet effet. L'eau elle-même, abandonnée pendant quelque temps dans des vases de cuivre, y détermine une oxidation.

Mais ce qui paroîtra très-extraordinaire, c'est que la plupart de ces substances n'agissent sensiblement sur le cuivre qu'à froid. Les sels eux-mêmes, qui corrodent ce métal par leur séjour tranquille dans les vaisseaux, ne l'attaquent pas d'une manière aussi marquée, lorsqu'ils sont tourmentés par l'ébullition.

De toutes les préparations du cuivre par oxidation, il n'en est pas de plus précieuse que celle qu'on fait par le moyen du vinaigre. Tout le verdet du commerce se prépare par cet acide ; et c'est sur-tout à Montpellier et dans les environs que s'est fixée cette fabrication.

On peut voir dans les *Mémoires de l'Académie des*

sciences pour les années 1750 et 1751, une description très-exacte du procédé qu'on suivoit alors à Montpellier pour fabriquer le verd-de-gris : mais comme ce procédé a été avantageusement modifié, et qu'au lieu d'employer les rafles de raisin et le vin, on se borne aujourd'hui à se servir du marc du raisin (ce qui est infiniment économique, puisqu'on n'emploie plus de vin), nous croyons devoir donner en détail le procédé actuel.

Les matières premières pour la fabrication du verd-de-gris, sont le cuivre et le marc du raisin.

Le cuivre dont on se sert venoit jadis tout préparé de Suède : aujourd'hui on le tire des diverses fonderies établies à Saint-Bel, à Lyon, à Avignon, à Bedarieux, à Montpellier, etc. Il est en plaques rondes du diamètre d'environ un demi-mètre sur deux millimètres d'épaisseur. On divise à Montpellier chaque plaque en vingt-cinq lames, formant presque toutes des carrés oblongs de dix à quinze centimètres de longueur sur six à sept de largeur.

On les frappe séparément avec le marteau sur une enclume, pour en unir les surfaces et donner au cuivre une consistance nécessaire. Sans cette précaution, il s'exfolie, et on éprouve plus de difficulté à en racler la surface pour en détacher la couche d'oxide. En outre, on enleveroit des écailles de cuivre pur; ce qui hâteroit la disparition de ce métal.

Le marc de raisin, connu à Montpellier sous le nom de *racque*, étoit jeté autrefois au fumier, après que la volaille en avoit dévoré les petites graines qui y sont

contenues : aujourd'hui on le conserve pour l'usage du verd-de-gris, et on le vend de 15 à 20 francs le muid. On le prépare comme suit : dès qu'on a décuvé la vendange, on soumet le marc à la presse pour en extraire le vin dont il est imprégné ; on met le marc exprimé dans des tonneaux, où on le foule avec les pieds pour remplir tous les vides, et rendre la masse la plus compacte possible. On assujettit le couvercle avec soin, et on conserve les tonneaux dans un endroit sec et frais, pour s'en servir au besoin.

Le marc n'est pas constamment de la même qualité. Lorsque le raisin est peu sucré, lorsque la saison a été pluvieuse, lorsque la fermentation a été incomplète, ou bien encore lorsque le vin est peu généreux, le marc présente plusieurs défauts : 1°. il se conserve difficilement, et on court le risque de le voir se corrompre quelque temps après qu'on l'a conditionné dans l'atelier; 2°. il produit peu d'effet, s'échauffe difficilement, et développe peu d'odeur acéteuse ; et, pour me servir d'une expression très-énergique de l'ouvrier, il fait *suer* les lames de cuivre sans les *cotonner*.

Indépendamment de la nature du raisin et de l'état du vin, la qualité du marc varie encore, suivant qu'on l'a exprimé avec plus ou moins de soin. Le marc peu exprimé produit bien plus que celui qui a été desséché. Il suffit d'observer, pour expliquer les divers effets du marc, qu'il n'agit que par la quantité de vin qu'il a retenue, puisque cette liqueur peut passer à l'état de vinaigre. Ainsi, lorsqu'on destine le marc pour le service

d'un atelier de verd-de-gris, il faut avoir l'attention de l'exprimer foiblement, pour y conserver plus de principes pour l'acétification.

Du moment qu'on s'est approvisionné de cuivre et de marc, il n'est plus question que de les travailler, et on y procède comme je vais le dire : ces opérations se font ordinairement dans des caves; on peut également les pratiquer dans des rez-de-chaussée, pourvu qu'il y règne un peu d'humidité, que la température y soit peu variable, et que la lumière n'y soit pas trop vive.

La première de toutes les opérations consiste à faire fermenter le marc; c'est ce qu'on appelle *avina*. A cet effet, on défonce un des tonneaux, et on en distribue le marc dans deux tonneaux d'égale capacité, ayant l'attention de l'aérer le plus possible, et d'éviter de le comprimer. Un tonneau de marc doit en remplir deux, et occuper un volume au moins double après cette opération. Dans quelques fabriques on distribue un tonneau de marc sur vingt ou vingt-cinq vaisseaux de terre cuite, qu'on connoît sous le nom d'*oules* dans les fabriques, et qui ont ordinairement quarante-deux centimètres de hauteur sur trente-six de diamètre dans leur renflement, et une ouverture d'environ trente-deux centimètres.

Dès qu'on a disposé le marc dans ces vases, on les recouvre, en posant le couvercle sur l'ouverture, sans l'y assujettir. Les couvertures des *oules* sont des rondeaux de paille travaillés pour cet usage.

Le marc ne tarde pas à s'échauffer. On le reconnoît en y plongeant la main et à l'odeur aigre qui commence

à s'en exhaler. La fermentation s'établit par la partie inférieure du vaisseau, et monte peu-à-peu en gagnant successivement toute la masse : elle va jusqu'à 30 et 35 degrés de Réaumur.

Au bout de trois ou quatre jours la chaleur diminue et disparoît; et comme les fabricans craignent la déperdition d'une portion du vinaigre par l'effet naturel d'une chaleur trop prolongée, ils ont l'attention, après trois jours de fermentation, de tirer le marc des vaisseaux fermentatoires, pour en accélérer le refroidissement. Ceux qui opèrent dans des tonneaux le mettent dans des *oules*, et ceux qui l'ont fait fermenter dans des *oules* le transportent dans d'autres. Indépendamment de la déperdition de l'esprit acéteux, une chaleur trop soutenue décide la moisissure du marc dans le fond des vaisseaux; ce qui le rend impropre à l'opération du verdet. Il est des particuliers qui, pour augmenter l'effet du marc, en forment des tas, qu'ils aspergent de vin généreux, avant de le faire fermenter.

La fermentation ne se développe pas toujours dans le même temps, ni avec la même énergie; quelquefois elle s'annonce dans vingt-quatre heures, et souvent elle n'a pas commencé au bout de deux décades. On voit quelquefois la chaleur s'élever à tel point, qu'on ne peut pas tenir la main dans la masse, et que l'odeur acéteuse repousse d'auprès des vaisseaux fermentatoires, tandis que d'autres fois la chaleur est à peine sensible et disparoît de suite. Il arrive même que le marc tourne au putride, et se moisit sans s'aigrir. On aide et l'on provoque la

fermentation en élevant la chaleur de l'atelier par le moyen de réchauds, en couvrant les vaisseaux avec des couvertures, en fermant les portes, en aérant la masse avec plus de soin. Les différences dans les fermentations tiennent, 1°. à la température de l'air; en été la fermentation est plus prompte : 2°. à la nature du marc; celui qui provient de raisins sucrés s'échauffe aisément : 3°. au volume; un gros volume de marc fermente plus fortement et plus vîte qu'un plus petit : 4°. au contact de l'air; le marc le mieux aéré fermente le mieux.

En même temps qu'on fait fermenter le marc pour le disposer à la fabrication du verdet, on donne aux lames de cuivre qu'on emploie pour la première fois, une préparation préliminaire qu'on appelle *désafouga*. Cette opération ne se pratique pas sur celles qui ont déja servi : elle consiste à dissoudre du verd-de-gris dans l'eau, et à frotter chaque plaque avec un mauvais linge qu'on trempe dans cette dissolution; on étend les plaques de champ l'une à côté de l'autre, et on les laisse sécher. On se borne quelquefois à poser les plaques sur le marc fermenté, ou à les coucher dans celui qui a servi pour les disposer à l'oxidation. On a observé que si l'on n'a pas la précaution de *désafouga*, les plaques noircissent à la première opération, au lieu de verdir.

Lorsqu'on a disposé les plaques et fait fermenter le marc, on s'assure s'il est propre à la fabrication en y couchant une plaque de cuivre, qu'on y laisse ensevelie pendant vingt-quatre heures. Si, après cet intervalle, on

trouve la surface recouverte d'une couche verte et unie, de manière que le cuivre ne soit pas à découvert, on juge que c'est le moment de former les couches : si, au contraire, on apperçoit des gouttes d'eau sur la surface des lames, on dit que les plaques *suent*, et on conclut que la chaleur du marc n'est pas assez tombée ; on renvoie alors au lendemain pour faire une semblable épreuve.

Une fois assuré que le marc peut travailler, le fabricant forme ses couches de la manière suivante.

Il dispose toutes les lames dans une caisse défoncée, séparée en deux parties par le milieu à l'aide d'un grillage de bois, parallèle au fond, sur lequel on place les lames : une brasière mise sous le grillage les chauffe fortement, à tel point que quelquefois la femme qui les manie est obligée de les prendre avec un linge pour ne pas se brûler. Du moment qu'elles ont acquis cette chaleur, on les met dans les vases de terre, couche par couche, avec le marc. La couche supérieure et l'inférieure sont formées par le marc. On ferme chaque vase avec le couvercle de paille, et on les laisse travailler ; c'est cette période qu'on appelle *coïa* (couver). Il entre dans chaque vase de quinze à seize kilogrammes de cuivre, plus ou moins, suivant l'épaisseur des plaques.

Au bout de dix à quinze jours *on démonte l'oule :* on reconnoît qu'il en est temps lorsque le marc blanchit.

On apperçoit alors des cristaux détachés et soyeux sur la surface des lames ; on rejette le marc, et on met les lames au *relais*. Pour cet effet, on les place de champ dans un coin de la cave, sur des bâtons couchés sur

terre : on les met droites, en les appliquant l'une contre l'autre ; et au bout de deux à trois jours on les mouille en les prenant à poignée, et en les trempant dans l'eau. On les met toutes mouillées à leur première place, et on les y laisse pendant sept à huit jours, après quoi on les retrempe une ou deux fois : on renouvelle cette immersion et ce dessèchement six à huit fois, et de sept en sept, ou de huit en huit jours. Comme on trempoit autrefois les lames dans le vin, on appeloit ces immersions *un vin*, *deux vins*, *trois vins*, selon la période où l'on en étoit. Par cette manœuvre les plaques se gonflent, le verdet se nourrit, et il se forme une couche de verd-de-gris sur toutes les surfaces, qu'on détache aisément en raclant avec un couteau.

Chaque *oule* fournit vingt-quatre à vingt-huit hectogrammes de verdet à chaque opération ; c'est alors ce qu'on appelle *verd-de-gris frais*, *humide*, etc. Ce verd-de-gris est vendu dans cet état par les fabricans à des commissionnaires qui le dessèchent pour l'expédier au dehors. Dans ce premier état ce n'est qu'une pâte qu'on pétrit avec soin dans de grandes auges de bois, et dont on emplit des sacs de peau blanche, de trois décimètres de hauteur sur vingt-six centimètres de diamètre. On expose ces sacs à l'air, au soleil, et on les y laisse jusqu'au moment où le verdet est parvenu au degré de siccité convenable ; c'est alors ce qu'on appelle *verdet sec*. Il déchette, par cette opération, de quarante à cinquante pour cent, plus ou moins, selon son état primitif. On dit qu'il est *à l'épreuve du couteau*, lorsque

la pointe de cet instrument, plongée dans le pain de verd-de-gris à travers la peau, ne peut pas y pénétrer.

Les lames de cuivre qui ont déja servi, sont remises en opération jusqu'à ce qu'elles soient presque complétement dévorées. Au lieu de les chauffer artificiellement, comme nous l'avons indiqué, on se borne quelquefois à les exposer au soleil. Les mêmes lames servent quelquefois pendant dix ans, et souvent elles sont usées après deux ou trois années ; cela dépend sur-tout de la qualité du cuivre : celui qui est bien uni, bien battu, très-compacte, est toujours le plus estimé.

Jadis le verd-de-gris humide ne pouvoit être vendu qu'après une vérification préalable de la qualité ; et, à cet effet, il étoit porté dans un entrepôt public, où s'en faisoit la vente après la vérification. C'est peut-être à ce réglement que Montpellier doit l'avantage d'avoir soutenu ce commerce sans concurrence pendant plusieurs siècles.

C'est à dater de la suppression de cette inspection rigide, qu'on a vu se multiplier d'une manière effrayante les abus dans la fabrication ; et nous voyons déja le malheureux consommateur, jadis si tranquille sur la pureté de ses matières premières, aujourd'hui tourmenté par la crainte, et devenu le jouet de la friponnerie et des ruses du fabricant. Son art n'est plus, dans ses mains, qu'une alternative décourageante de succès et de revers.

En comparant le procédé décrit par Montet avec celui que je viens de faire connoître, on sentira aisément que tous les changemens qu'on y a faits sont à l'avantage du nouveau.

Autrefois on prenoit des rafles desséchées au soleil, et on commençoit par les faire tremper, pendant huit jours, dans la vinasse (résidu de la distillation des vins employés à la fabrication de l'eau-de-vie); on les faisoit ensuite égoutter dans une corbeille; après quoi on en mettoit dans une *oule* à peu près vingt hectogrammes, sur lesquels on versoit deux à quatre litres de vin : on imprégnoit fortement la rafle de ce vin en l'y tournant avec la main; on couvroit alors l'*oule*, et on laissoit fermenter. La fermentation commençoit plus tôt ou plus tard, selon la nature du vin et la température de l'air : mais dès qu'elle étoit décidée, le vin devenoit trouble et louche, et il s'exhaloit une odeur très-forte de vinaigre; enfin la chaleur tomboit, et c'est alors qu'on retiroit les rafles et qu'on écouloit le vin. Dès que les rafles étoient un peu égouttées, on les disposoit, couche par couche, avec les lames de cuivre, et l'opération continuoit comme avec le marc de raisin.

Lorsqu'on tiroit les lames des *oules* pour les mettre au *relais*, au lieu de les tremper dans l'eau pure, comme on le fait aujourd'hui, on employoit de la vinasse, et on les humectoit à trois ou quatre reprises; ce qui s'appeloit *donner trois ou quatre vins*.

On voit déja qu'il y a une bien plus grande économie dans le procédé pratiqué aujourd'hui, puisqu'on en a banni le vin, qui renchérissoit considérablement le prix du verdet. On a d'abord reproché au nouveau procédé d'user le cuivre trop vîte : mais ce reproche est tombé, lorsqu'on a vu que le verdet obtenu étoit dans la pro-

portion du cuivre corrodé; et ce qui prouve que cette méthode est plus avantageuse, c'est que tous les fabricans ont abandonné l'ancienne pour suivre celle-ci.

La fabrication du verd-de-gris à Montpellier n'est point l'objet de grandes entreprises. Comme elle ne demande pas un grand attirail, puisque quelques pots de terre forment le fonds de l'atelier, elle est devenue, pour ainsi dire, une opération de ménage. Dans la plupart des maisons il y a une cave de verd-de-gris; et c'est la maîtresse de la maison qui, d'ordinaire, en dirige et exécute les principales opérations. Les femmes, en vaquant à leur ménage, trouvent le temps nécessaire pour soigner leur atelier; et, quelque peu considérables que soient les bénéfices de leur fabrication, ils ne laissent pas de former une ressource d'autant plus précieuse, qu'elle n'entraîne aucun risque Les femmes propriétaires de ces petites fabriques n'appellent du secours que lorsqu'on veut racler le verdet, ou former les couches.

Il est aisé de voir que ce genre de fabrique, de la manière qu'il est établi, ne comporte pas de grands établissemens. Ils échoueroient indubitablement s'ils entroient en concurrence avec les petits ateliers, où les bénéfices sont simplement regardés comme des ressources auxiliaires, et les travaux comme des délassemens.

Il seroit d'ailleurs bien impolitique et bien malheureux pour la société de concentrer entre les mains d'un seul, dans un immense atelier, une fabrication qui, par des canaux infinis, vivifie une nombreuse population.

Il y auroit bien quelques degrés de perfection à porter

dans cette fabrication. Par exemple, l'acétification demanderoit une température plus chaude que le travail des *oules*, et il faudroit la développer dans un lieu séparé; le *relais* exigeroit pareillement des soins, une chaleur et un degré d'humidité bien différens des autres opérations : mais j'ai toujours pensé qu'opérer ces changemens, ce seroit soustraire les établissemens à la portion du peuple qui en est nantie, et à laquelle il suffit d'avoir à sa disposition une petite cave, ou un dessous d'escalier, pour développer une fabrication qui assure l'existence de la famille. Ces considérations m'ont constamment détourné du projet de proposer des changemens qui ne pouvoient pas se concilier avec l'état de gêne dans lequel se trouvent les individus qui s'occupent de cette fabrication.

Je terminerai ce mémoire par observer que le plomb roulé en lames, et traité par le même procédé que le cuivre, s'oxide facilement, et forme de très-beau *blanc de plomb*. Le seul inconvénient que j'ai trouvé dans l'exécution de cette méthode, mais auquel il seroit facile de remédier, c'est que l'oxide de plomb se détache fort aisément, et se mêle avec le marc de raisin. Il sera donc possible de former du blanc de plomb avec économie sur plusieurs points de la France, et nous parviendrons peut-être enfin à nous approprier une branche précieuse d'industrie pour laquelle nous avons été jusqu'ici tributaires de nos voisins.

Observations sur la fabrication de l'acétate de cuivre (1) (*cristaux de Vénus*, *verdet cristallisé*).

PENDANT long-temps les cristaux de Vénus ont été fabriqués en Hollande ; mais aujourd'hui on les prépare à Montpellier avec un degré de perfection qui les fait préférer à ceux de toutes les fabriques étrangères.

Le procédé le plus généralement employé consiste à dissoudre le verd-de-gris dans le vinaigre, et à faire évaporer la dissolution jusqu'à pellicule, pour obtenir des cristaux.

Le vinaigre dont on se sert n'est que la *vinasse* aigrie et distillée. On a un alambic dans chacun de ces ateliers, dans lequel on distille, sans interruption, ce petit vinaigre.

Ce vinaigre distillé est porté dans une chaudière où on le fait bouillir sur le verd-de-gris. Dès qu'il est saturé, on laisse clarifier la dissolution, et on la transvase ensuite dans une autre chaudière de cuivre où se fait l'évaporation ; on la pousse jusqu'à pellicule : alors on y plonge des bâtons qu'on attache, à l'aide d'une ficelle, à des morceaux de bois qui reposent sur le bord de la chaudière. Ces bâtons ont environ trois décimètres de longueur; ils sont fendus jusqu'à environ cinq centi-

---

(1) J'ai démontré, dans un mémoire lu à l'Institut, que la différence entre l'acide acéteux et l'acide acétique provenoit d'une plus grande proportion de carbone dans le premier que dans le second; ce qui fournit l'explication de presque tous les phénomènes qui appartiennent aux sels qui ont l'un ou l'autre de ces acides pour base.

mètres de leur extrémité supérieure, de manière qu'ils s'ouvrent en quatre branches, qu'on tient écartées à environ trois centimètres l'une de l'autre par le moyen de petites chevilles. Les cristaux se fixent sur ces bâtons, les recouvrent en entier, et s'y groupent de manière à former un pain, ou une grappe, qui ne présente de toutes parts que des rhombes parfaits d'un bleu foncé et très-vif : chaque grappe pèse vingt-quatre à trente hectogrammes. Ces cristaux brisés offrent dans leur cassure un verd brillant et très-agréable, tirant un peu sur le bleu.

Il faut à peu près trois hectogrammes de verd-de-gris humide pour en obtenir un de cristaux.

Le résidu qui a échappé à la dissolution du vinaigre étoit jadis rejeté comme inutile : mais l'analyse m'ayant démontré qu'il y existe encore beaucoup de cuivre à l'état métallique, ou foiblement oxidé, je fis disposer des planches en étage tout autour d'un atelier appartenant à la citoyenne Durand ; j'y formai des couches d'environ cinq centimètres d'épaisseur avec ces résidus, et je les vis bientôt se recouvrir d'une efflorescence de verdet. J'eus l'attention de les faire humecter de temps en temps avec du vinaigre : on les faisoit bouillir avec cet acide pour dissoudre le verdet, dès qu'il s'en étoit formé une assez forte efflorescence, et on les remettoit en couches pour les travailler de nouveau. Nous parvînmes, par ce moyen, à tirer un très-grand avantage d'un résidu jusque-là réputé inutile.

Il existe des fabriques d'acétate de cuivre où l'on prépare le verdet par le moyen du vinaigre distillé à la

méthode de Grenoble. Ce procédé est mieux entendu: toutes les opérations tendent au même but, qui est la dissolution du cuivre dans l'acide acéteux; et la pureté des matières premières assure déja qu'il n'y a ni résidu ni perte.

Quelque simple que soit le procédé de la fabrication du verdet cristallisé, le haut prix auquel on le vend a fait desirer de tout temps qu'on pût le simplifier encore. Je me suis moi-même occupé de ce travail, et je me bornerai à présenter le tableau de mes résultats.

Il faut partir du principe, que l'acide acéteux n'attaque point sensiblement le cuivre à l'état de métal, et qu'il ne peut en opérer la dissolution que lorsqu'il est réduit en oxide. D'après cela il s'agit de trouver le moyen de l'oxider d'une manière économique.

1°. J'ai exposé les lames de cuivre aux émanations gazeuses de l'acide muriatique oxigéné, dans de vastes récipiens de verre enfilés, auxquels j'adaptois une cornue d'où se dégageoit l'acide.

2°. J'ai pris une grande *jarre* de Provence bien vernissée; je l'ai enfouie à moitié dans une couche de fumier très-chaud, en pleine décomposition; et, après avoir mis du manganèse dans le fond, et adapté un tube de verre droit, qui vint s'ouvrir à la surface, j'ai rempli la capacité du vase de lames de cuivre légèrement roulées pour qu'elles ne se touchassent que par quelques points. J'ai alors fait couler dans le fond, à l'aide du tube, l'acide muriatique nécessaire, et de suite j'ai fermé l'ouverture supérieure avec un couvercle et du lut; deux

jours après, ces lames étoient entièrement recouvertes d'un oxide verdâtre qui s'en détachoit en poussière ou en écailles : j'en ai séparé dix hectogrammes. Cet oxide, moins vif que celui du verd-de-gris du commerce, est soluble dans l'acide acéteux; et alors on peut employer cette méthode avec quelque avantage pour former l'acétate de cuivre : mais il ne peut remplacer l'acétite ni dans la peinture, ni dans les opérations de teinture.

3°. J'ai formé du sulfure de cuivre en projetant sur le cuivre en lames, dans un creuset rougi, environ un tiers en poids de soufre broyé. Ce sulfure, très-friable, pulvérisé, et exposé à un degré de feu assez violent pendant quatre à cinq heures, m'a laissé une poudre grise que l'acide acéteux attaque aisément. Celui que j'y ai fait digérer dessus, à une température douce, m'a fourni par évaporation une assez grande quantité de beaux cristaux très-bleus d'acétate de cuivre, et une couche de vrai sulfate de cuivre d'un bleu pâle.

4°. J'ai saturé l'acide acéteux distillé de gaz acide muriatique oxigéné : cet acide, digéré à froid sur le cuivre, le dissout en partie; mais il forme un beau blanc écailleux, micacé, qui n'a point de rapport avec l'acétate.

Le cuivre exposé à la vapeur de cet acide acéteux, saturé de gaz muriatique oxigéné, se couvre de petits cristaux très-brillans, d'un bleu clair, et dont quelques-uns sont transparens et blancs. Ces cristaux m'ont présenté des pyramides longues à quatre côtés : ils effleurissent à l'air, et n'ont point le caractère de l'acétate de cuivre.

5°. L'acide acéteux, distillé à plusieurs reprises sur

l'oxide de manganèse, attaque le cuivre et le dissout, mais trop foiblement et en trop petite quantité pour qu'on puisse conseiller cette méthode.

6°. L'acétite de plomb, versé sur une dissolution de sulfate de cuivre, y produit sur-le-champ une décomposition d'où il résulte du sulfate de plomb qui se précipite en peu de temps, et de l'acétate de cuivre qui reste en dissolution. En décantant cette dernière, et l'évaporant jusqu'à pellicule dans des chaudières de cuivre, on obtient de beaux cristaux de Vénus.

Si l'on veut bien laver le sulfate de plomb, et le préparer pour être employé dans la peinture comme blanc de plomb, ce dernier procédé pourra devenir très-avantageux. On l'a pratiqué à Montpellier pendant trois ans avec succès.

Les cristaux de Vénus sont très-recherchés pour la peinture et les vernis, où ils fournissent des couleurs vives et durables. Les pharmaciens en retirent par la distillation cet acide dont l'odeur est très-pénétrante, et qu'on appelle *vinaigre radical*, *acide acétique*.

Personne n'ignore que les cristaux de Vénus sont infiniment préférables au verd-de-gris dont on fait généralement usage; mais le haut prix qu'ils ont dans le commerce en a fait restreindre l'emploi aux seuls ouvrages précieux ou délicats. J'ai donc pensé que c'étoit travailler à perfectionner les arts que de s'occuper des moyens de simplifier la fabrication des cristaux de Vénus; et c'est d'après ces vues que j'ai cru devoir soumettre à l'Institut le résultat de mes expériences.

OBSERVATIONS CHIMIQUES SUR LA COULEUR JAUNE QU'ON EXTRAIT DES VÉGÉTAUX,

Par J. A. CHAPTAL.

Lu le 19 messidor an 6.

Des trois couleurs primitives que la teinture emploie, le rouge, le jaune et le bleu, il n'y a plus que le jaune qui ne présente pas un degré de solidité suffisant pour qu'on puisse le regarder comme *couleur fixe* ou *bon teint*.

Il suit de cet état d'imperfection dans nos connoissances, que non seulement les couleurs jaunes sont très-fugaces, mais que les couleurs composées dans lesquelles entre le jaune comme élément, se dégradent à l'air et dans les lessives, et que l'étoffe ne présente bientôt plus que la couleur primitive avec laquelle le jaune a été allié : c'est ainsi que le verd, fatigué par l'eau, l'air ou les lessives, tourne plus ou moins au bleu.

D'un autre côté, quoique presque tous les végétaux nous fournissent du jaune, il en est peu qui nous offrent cette couleur avec un éclat et une solidité convenables.

La gaude et le quercitron sont les deux substances végétales qui fournissent les nuances les plus vives : aussi la teinture s'en est-elle emparée presque exclusivement. Tous les autres végétaux donnent du jaune plus ou moins terne, et dans tous la couleur est d'autant plus fixe qu'elle est moins brillante ; de sorte que, pour avoir une couleur bien vive, on est contraint de renoncer à la solidité.

Deux grands problêmes restent donc à résoudre pour compléter l'art de la teinture en jaune : le premier consiste à trouver le moyen de dépouiller le principe jaune dans chaque végétal de tout ce qui lui est allié et le salit, pour que tous fournissent une couleur également vive et agréable ; le second a pour but de rendre cette couleur aussi solide que le sont le rouge et le bleu.

Je me suis long-temps occupé de la solution de ces deux problêmes ; je crois être parvenu à les résoudre, et je vais entretenir aujourd'hui l'Institut de tout ce qui a rapport au premier.

J'avois toujours pensé que le principe jaune étoit *un* dans les végétaux, et que les nuances infinies provenoient de la seule nature et couleur des substances étrangères avec lesquelles il étoit mêlé ou combiné : cette première idée se fortifioit en moi par la considération que le jaune sale du quercitron s'avive par sa combinaison avec l'alumine dans le bain de teinture, et que, dans ce cas, le principe jaune, en se portant sur l'alumine, se sépare et se dépouille de toutes les matières étrangères qui le ternissent dans le végétal.

Mais il étoit question d'isoler le principe jaune et de l'obtenir dans toute sa pureté, pour le porter seul et à volonté sur une étoffe : ce problême a été facilement résolu par l'application de nos procédés d'analyse; et j'ai eu bientôt acquis la preuve que, presque dans tous les végétaux, c'étoit le tanin qui altéroit la vivacité de la couleur jaune. Il n'étoit donc plus question que de l'en séparer, et il falloit trouver des moyens qui fussent tels, qu'on pût les appliquer et les pratiquer avec facilité dans les ateliers de teinture : sans cela cette vérité, semblable à tant d'autres, auroit pu rester long-temps stérile dans nos mains, et n'auroit trouvé son application que dans des cas rares.

Comme le bois jaune (*morus tinctoria*, L.; *broussonetia tinctoria*, Lhéritier) est très-employé dans la teinture, et qu'il n'a d'autre défaut que de fournir une couleur d'un jaune terne, peu susceptible d'être avivé, j'ai cru que, sous ce double rapport, je devois l'employer de préférence dans mes recherches. Cette préférence lui est acquise à juste titre par la place qu'il occupe entre ceux des végétaux qui donnent une couleur jaune brillante et peu solide, et ceux qui en fournissent une plus fixe et moins vive.

Le premier but que je me suis proposé, a été de constater d'abord, par des expériences exactes, la nature du principe qui ternit la couleur du bois jaune, pour pouvoir parvenir aisément à trouver le moyen de l'en séparer.

Il est inutile de fatiguer l'Institut par le détail de

tous les essais que j'ai faits pour arriver à mon but : je me bornerai à lui soumettre les seuls résultats qui peuvent fixer l'opinion du chimiste et diriger la conduite de l'artiste dans les travaux de la teinture.

Si sur une décoction de bois jaune on verse environ un sixième d'une dissolution saturée et bien déposée d'acétite d'alumine faite avec trois parties d'alun et une d'acétite de plomb, il se précipite une matière d'un jaune terne, soluble dans l'alcool et dans les alcalis.

L'affusion d'une dissolution de gélatine sur la liqueur dépouillée de ce premier principe, y détermine un précipité très-abondant; et la liqueur dans laquelle se fait ce précipité, conserve une couleur d'un beau jaune. Cette liqueur, rapprochée par l'évaporation, présente un résidu qui a tous les caractères du principe extractif.

Voilà donc trois principes très-distincts qui, réunis, se dissolvent dans l'eau par ébullition, et forment dans le végétal un composé qui a des vertus, une couleur et des caractères particuliers, très-différens des propriétés qui appartiennent essentiellement à chacun des principes constituans. Le premier de ces principes, le moins soluble de tous, le moins adhérent dans la combinaison, puisqu'il se précipite de lui-même par l'acte d'une décoction prolongée, a beaucoup d'analogie avec les résines et participe en même temps des propriétés des fécules ; le second principe paroît de la nature du tanin, et le troisième a toutes les qualités de l'extractif.

La réunion et combinaison de ces trois principes

donne au coton imprégné du mordant d'acétite d'alumine une couleur d'un jaune terne et assez fixe.

Il étoit question d'essayer séparément la couleur de chacun de ces principes, pour connoître positivement quel étoit celui des trois qui pouvoit fournir la nuance la plus vive : à cet effet j'ai dissous le premier principe séparément dans l'alcool et dans les alcalis; la dissolution fut colorée d'un jaune très-foncé, et le coton y a pris une couleur jaune magnifique, comparable à tout ce qui est connu de plus beau dans ce genre. La dissolution alcaline, sur-tout celle qui a été faite avec l'ammoniaque, a donné une couleur plus brillante et mieux nourrie que celle qui provenoit de la dissolution dans l'alcool.

Le coton plongé et travaillé dans le reste de la décoction, sur laquelle on a versé une dissolution de gélatine pour en précipiter le tanin, y a pris une superbe couleur jaune.

Il résulte de ces expériences, que le principe soluble dans l'alcool et les alcalis peut fournir un beau jaune, de même que le principe extractif. C'est donc à la présence du tanin que nous devons rapporter le peu d'éclat que présente le bois jaune, lorsqu'on dissout par la décoction et qu'on applique sur une étoffe tous les principes qu'il peut fournir.

C'est encore à l'existence de ce principe qu'on doit attribuer la couleur noirâtre que prend le bain de bois jaune, lorsqu'on le conserve quelque temps dans une chaudière; c'est pour la même raison que les bains de

gaude ne noircissent pas, attendu que la gaude ne contient pas le principe tanant. Il est aisé d'expliquer encore, d'après les mêmes principes, pourquoi les étoffes sortant du bain de bois jaune ont un brillant qu'elles perdent par l'exsiccation; pourquoi cette couleur se fonce et se rembrunit à l'air, etc.

Mais il ne me suffisoit pas d'établir une vérité; il falloit encore la rendre profitable aux arts, et trouver le moyen de séparer, commodément et à peu de frais, le principe tanant d'avec les autres principes colorans du bois jaune. Je n'ai rien trouvé de plus simple ni de plus économique que de le précipiter par la gélatine: pour cet effet, on peut faire bouillir dans le bain de bois jaune des rognures de peau, de la colle-forte ou autres matières animales; et alors, sans filtrer, sans séparer le dépôt, on y travaillera l'étoffe, qui y prendra la plus belle et la plus intense des couleurs.

En jetant un coup d'œil sur les échantillons que je soumets à l'Institut, on jugera aisément de la différence de couleur que fournissent d'un côté une sorte de décoction de bois jaune, et de l'autre la dissolution de chacun de ses principes constituans, débarrassés du tanin par la gélatine; et il nous sera permis de conclure qu'en suivant le procédé simple et économique que je viens de proposer, il est aisé d'extraire de presque tous les végétaux qui fournissent du jaune, une couleur aussi vive et aussi nourrie que celle qu'on a retirée jusqu'ici presque exclusivement de la gaude.

Ce nouveau procédé ajoutera aux faits nombreux dont

la chimie enrichit les arts chaque jour. Déja la plupart des travaux qu'on exécute sur les végétaux pour en extraire d'autres principes colorans, nous présentent des analyses du même genre que celle-ci : les uns font tourner au rouge, par le moyen des acides, le principe bleu qui altère la couleur de la laque qu'on veut extraire du bois de Bresil; d'autres dissolvent dans l'eau le principe jaune naturellement combiné avec le rouge dans le carthame, et obtiennent séparément deux belles couleurs : ici on détruit par la fermentation le principe extractif pour ne conserver que la fécule; là on s'oppose au développement du rouge par le mélange d'un alcali : par-tout ce sont des opérations aussi simples qu'ingénieuses, qui ne demandent que l'œil du chimiste pour être ramenées aux lois fondamentales de la science; et ce sont ces rapprochemens dont l'artiste a besoin pour lier tous les faits et se faire dans ses procédés une marche sûre et invariable.

Je terminerai ce mémoire par quelques observations relatives à la nature des mordans qui sont employés dans la teinture en jaune : ces mordans sont, dans tous les ateliers, ou l'alumine, ou l'oxide de cuivre. L'alumine est présentée dans un état de dissolution par l'acide sulfurique, ou par l'acide acétique : dans le premier cas, la couleur est plus pâle et moins vive. L'oxide de cuivre est employé pareillement en dissolution par l'un ou l'autre de ces acides, et les effets sont dans le même rapport.

On a observé de tout temps que les jaunes résistoient

tantôt à l'épreuve de l'acide acéteux, tantôt à celle des lessives alcalines. Cette différence doit naturellement provenir de la nature même des mordans, dont l'un est très-soluble dans le vinaigre, tandis que l'autre se dissout aisément dans les alcalis fixes. Ainsi du coton teint en jaune, sur lequel la couleur sera portée à l'aide de l'oxide de cuivre, sera décoloré par un acide foible, tandis qu'il résistera, jusqu'à un certain point, aux lessives alcalines : d'un autre côté, le même coton dans lequel le principe de la couleur s'est fixé sur l'alumine, sera décoloré par les alcalis et résistera à l'acide acéteux. On peut donc aisément reconnoître, d'après l'effet des réactifs acides ou alcalins, quelle est la nature du mordant qui a été employé.

Il est des teinturiers qui emploient les dissolutions d'acétite d'alumine et de cuivre pour déposer à la fois sur l'étoffe les deux mordans, et y fixer par ce moyen la couleur, de manière à résister aux épreuves acides et alcalines employées séparément. Ce procédé a, comme on peut aisément en juger, un très-grand avantage sur l'emploi simple et séparé de l'un ou l'autre des deux mordans ; néanmoins on ne peut pas regarder cette couleur comme fixe, puisque l'usage alternatif des lessives et des acides la détruit complétement.

Il est à remarquer que, malgré que la couleur jaune soit en général très-fugace et infiniment moins fixe que le bleu de l'indigo et le rouge de la garance portés sur le coton, l'acide muriatique oxigéné détruit ces dernières couleurs bien plus facilement que la première ; et ce

seroit une profonde erreur que de prendre pour caractère de la solidité ou fixité d'une couleur, sa résistance plus ou moins prononcée à l'action dévorante de cet acide. Sans doute l'action de l'acide muriatique oxigéné paroît être en rapport avec celle de l'air; mais la solidité d'une couleur portée sur une étoffe doit être déduite de la manière dont elle se comporte avec les lessives qu'on emploie journellement pour la blanchir. La solidité est donc relative à l'usage; et telle couleur que la lessive détruiroit dans un instant, pourra être réputée d'une fixité convenable et suffisante, si elle n'est pas destinée à passer dans les lessives, pourvu qu'elle soit inaltérable à l'air.

D'un autre côté, l'acide muriatique oxigéné agit sur les couleurs avec une égale facilité, soit qu'elles soient libres, soit qu'elles soient engagées dans un mordant; ce sont là des considérations qu'il faut avoir sans cesse présentes, lorsqu'on prétend s'assurer de la solidité d'une couleur : c'est ainsi que l'indigo fixé sur une étoffe par la chaux et l'oxide de fer, ou déposé sur la même étoffe dans son mélange avec la gomme, se décolore avec une égale facilité par l'acide muriatique oxigéné; tandis que l'eau et les lessives alcalines entraînent l'indigo gommé, et n'altèrent pas sensiblement l'indigo fixé par les deux mordans désignés ci-dessus.

Si la couleur jaune a présenté jusqu'ici peu de solidité dans les épreuves qu'on a faites avec les alcalis, cela provient sur-tout de ce que la base sur laquelle elle repose dans le végétal est très-soluble dans ces subs-

tances salines. Déja, en dénaturant par la fermentation la nature primitive du végétal qui fournit cette couleur, on est parvenu à lui donner beaucoup plus de fixité, ainsi que nous le prouvent la préparation et l'emploi du rocou; et je pourrai fournir incessamment la preuve qu'en altérant ainsi la nature de quelques principes colorans réputés *mauvais teint*, on peut parvenir à leur donner un degré de solidité suffisant pour les porter avec succès et d'une manière inaltérable sur les étoffes destinées à nos usages.



FIN DU TOME SECOND.